



ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และ แบบพหุคูณ แบบลำดับ ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มี
ผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบ Active Learning

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์
โดย

นางสาวสุภาพร กฤตยากรนุพงศ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และ แบบพหุคูณ แบบลำดับ ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มี
ผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบ Active Learning

โดย

นางสาวสุภาพร กฤตยากรนุพงศ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**THE OLS AND MULTIPLE RANK REGRESSION MODEL IN ASSESSING THE
FACTORS INFLUENCING MATHEMATICS ACHIEVEMENT BY
ACTIVE LEARNING**

By

Supharn Kittayakornnupong

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Mathematics

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2007

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “ ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และ แบบพหุคูณ แบบลำดับ ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบ Active Learning ” เสนอโดย นางสาวสุภาพร กฤตยากรนุพงษ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ
รองศาสตราจารย์ วัฒนา เกาศัลย์

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์
คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพบุลย์ รัตนประเสริฐ)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นิลกรณ์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วัฒนา เกาศัลย์)
...../...../.....

47308310 : สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การถดถอย / ตัวแบบการถดถอยแบบ OLS / ตัวแบบพหุคูณแบบลำดับ

รูปภาพ กฤตยากรนุพงศ์ : ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และแบบพหุคูณแบบลำดับ
ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบActive Learning อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ :
รศ.วัฒนา เกาศัลย์. 78 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทำการศึกษาตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS ที่ใช้ในการอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบActive Learning (Y) โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน (X_1) คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X_2) การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน (X_3) การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน (X_4) ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X_5) รูปแบบวิธีการสอนของครู (X_6) 2) ทำการศึกษาตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression) ที่ใช้ในการอธิบายอิทธิพลของปัจจัยต่างๆต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับแบบActive Learning R(Y) โดยปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ R(X_1) คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ R(X_2) การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ R(X_3) การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ R(X_4) ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ R(X_5) รูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ R(X_6) โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเพลินพัฒนา ปี 2549 จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เป็นแบบสอบถามแบบอัตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 32 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบ OLS พบว่าคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ดังสมการตัวแบบคือ

$$\hat{Y} = 47.170 + 8.105 (X_2), R^2 = 32.7 \%$$

2) ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ พบว่าคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับเพิ่มขึ้น จะทำให้ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับเพิ่มขึ้น ดังสมการตัวแบบคือ

$$R(\hat{Y}) = 13.541 + 0.583 R(X_2), R^2 = 33.7 \%$$

สรุปได้ว่าตัวแบบทั้งสองให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหมือนกันคือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คือ คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ เนื่องจากการตรวจสอบข้อมูลพบว่า ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัย มีการแจกแจงแบบปกติ และไม่มีค่าผิดปกติรวมอยู่ด้วย ทำให้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแบบทั้งสองให้ผลเหมือนกัน

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ.....

47308310 : MAJOR : MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

KEY WORD : REGRESSION/THE OLS REGRESSION/MULTIPLE RANK REGRESSION

SUPHAPORN KITTAYAKORNNUPONG : THE OLS AND MULTIPLE RANK REGRESSION MODEL IN ASSESSING THE FACTORS INFLUENCING MATHEMATICS ACHIEVEMENT BY ACTIVE LEARNING. INDEPENDENT STUDY ADVISOR : ASST.PROF. WATANA KAOSAL. 78 pp.

A study of the OLS and multiple rank regression models in assessing the factors influencing mathematics achievement through active learning. The purposes of this study were :

1) A study of the factors effecting the mathematics achievement by active learning (Y) by OLS regression model; 2) A study of the factors effecting the rank of mathematics achievement by active learning (R(Y)) by the multiple rank regression model. In the OLS regression model the factors used consist of : home environment (X₁), quality and quantity of learning (X₂), using free times of your friends (X₃), using free times of the student (X₄), usefulness of the mathematics in the future (X₅) and method of teaching (X₆). In the multiple rank regression model the factors used consist of : rank of home environment (R(X₁)), rank of quality and quantity of learning (R(X₂)), rank of using free times of your friends (R(X₃)), rank of using free times of the student (R(X₄)), rank of usefulness of the mathematics in the future (R(X₅)) and rank of method of teaching (R(X₆)).

Samples used in analysis are the students from Plearnpattana school grade 7-9 of academic year 2006, total 64 students. Tool used is a set of questionnaire.

The result of the analysis were as follows :

1) In the OLS regression model: the factor effecting the mathematics achievement by active learning is the quality and quantity of learning. The regression model is :

$$\hat{Y} = 47.170 + 8.105 (X_2), R^2 = 32.7 \%$$

2) In the multiple rank regression model: the factor effecting the rank of the mathematics achievement by active learning is the rank of the quality and quantity of learning. The regression model is :

$$R(\hat{Y}) = 13.541 + 0.583 R(X_2), R^2 = 33.7 \%$$

In conclusion, both models derived the same results: the factor effecting on the mathematics achievement by active learning is the quality and quantity of learning since the distribution of the data is normal and there are no outliers included, which make both regression models render similar results.

Department of Mathematics Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2007

Student's signature

Independent Study Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาระดับมหาบัณฑิตศึกษา สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ การเขียนและเรียบเรียงการค้นคว้าอิสระ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ต้องอาศัยความวิริยะและความพากเพียร ผู้วิจัยผ่านความยากลำบากด้วยความกรุณาของคณาจารย์ผู้ประสาทความรู้ ในโอกาสนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วัฒนา เกาศัลย์ ผู้ที่เสียสละเวลาทุกเมื่อเพื่อให้งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ คอยให้ความช่วยเหลือในด้านการเรียบเรียงการค้นคว้าอิสระ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ผ่านมา และตรวจสอบแก้ไขด้วยดีมาตลอดอย่างสุดซึ้ง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ รศ.ไพบุลย์ รัตนประเสริฐ ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นิลกรณ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ ที่คอยให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ที่คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตต่อไปในอนาคต อย่างอบอุ่นตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องในความรัก ความอบอุ่นที่มีให้ตลอดเวลา กำลังใจในยามท้อถอยและการสนับสนุนอย่างดีมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางสถิติ	8
วิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด(OLS).....	9
การตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน	17
วิธีแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression).....	21
การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Active Learning	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	37
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ OLS.....	37
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Multiple Rank Regression.....	46
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
สรุปผลการวิจัย.....	51
อภิปรายผล	52
ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย.....	53
ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป.....	53

	หน้า
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก	57
ภาคผนวก ก ข้อมูลปัจจัยแต่ละด้านสำหรับการวิเคราะห์	57
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 11.0.....	62
ภาคผนวก ค แบบสอบถาม.....	71
ภาคผนวก ง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยม1-3 โรงเรียนเพลินพัฒนา.....	75
ประวัติผู้วิจัย	78

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการศึกษาปีจชัยที่มี ผลต่อวิชาคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียนมัธยม	37
2	สถิติพื้นฐานของตัวแปรแต่ละตัว	41
3	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้าน	42
4	ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อตัวแปร Y	43
5	ผลการวิเคราะห์การถดถอยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ มีผลต่อตัวแปร Y	44
6	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้านที่ข้อมูลมีการแปลง แบบลำดับ(rank transformation)	46
7	ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ ที่ข้อมูลมีการแปลงแบบลำดับ..... (rank transformation) ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อตัวแปร Y	47
8	ผลการวิเคราะห์การถดถอยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่มีต่อตัวแปร.....	48

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพกระบวนการในการประมาณค่าสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	13
2	แผนภาพความน่าจะเป็นแบบปกติ	18
3	แผนภาพการกระจายของส่วนเหลือมาตรฐานกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย	19
4	แผนภาพของส่วนเหลือกับตัวแปรอิสระ X	19
5	เขตวิกฤตของการทดสอบเดอ์บิน-วัตสัน	20
6	แผนภาพความน่าจะเป็นของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot	
	ของตัวแบบการถดถอยพหุคูณด้วยวิธี OLS	45
7	แผนภาพของส่วนเหลือกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ยของตัวแบบการถดถอย.....	
	พหุคูณด้วยวิธี	45
8	แผนภาพความน่าจะเป็นของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot	
	ของตัวแบบการถดถอยพหุคูณด้วยวิธี Multiple Rank Regression.....	49
9	แผนภาพของส่วนเหลือกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย $R(X_2)$ ของตัวแบบ.....	
	การถดถอยพหุคูณด้วยวิธี Multiple Rank Regression	50

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเรียนคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานและมีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิต แต่ปรากฏว่าผลการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ต่ำ การที่จะส่งเสริมและพัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์ต้องอาศัยรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาพื้นฐานความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือต้องจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ โดยผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจะเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จในการจัดการศึกษาได้

จากความจำเป็นและความสำคัญของคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มุ่งให้ความสำคัญกับวิธีที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของตัวเอง ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์ยังพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน เช่น การพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เอกสารประกอบการเรียน ปริมาณการเรียน การจัดการเรียนการสอนของครูที่เน้นการอธิบายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

นอกจากนี้งานวิจัยของ JoHn P. Thomas (2001) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติระหว่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมลูกครึ่งแอฟริกาอเมริกัน ซึ่งปัจจัยที่สนใจ การศึกษาประกอบด้วย ความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน การตั้งใจและทัศนคติ ปริมาณเครื่องมือการสอน คุณภาพของการสอน สภาพแวดล้อมทางบ้าน สภาพห้องเรียน การใช้เวลาในห้องเรียน การให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามสภาพของโรงเรียน

โรงเรียนเพลินพัฒนาเป็นโรงเรียนที่สร้างขึ้นโดยมีแนวคิดที่ว่าเด็กควรมีความเพลิดเพลินและสนุกต่อการเรียนอยู่เสมอ เพราะจะทำให้เด็กรักที่จะเรียนและเกิดการเรียนรู้พร้อมที่จะพัฒนาตนเอง ดังนั้นโรงเรียนได้จัดการเรียนรู้รูปแบบ Active Learning ซึ่งเน้นการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐาน (Brain Based Learning : BBL) และหลักทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences) ในการจัดการเรียนการสอนโรงเรียนแบ่งการเรียนออกเป็น 4 ภาคเรียน คือ ภาคเรียนต้นทะ ภาคเรียนวิริยะ ภาคเรียนจิตตะ และภาคเรียนวิมังสา โดยแต่ละภาคเรียนจะมีระยะเวลา

การเรียนรู้ทั้งหมด 10 สัปดาห์ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้เชิงรุกพบว่าสูงประมาณร้อยละ 70 ซึ่งการที่ผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น น่าจะมีปัจจัยต่างๆที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้และมีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับปัจจัยต่างๆ คือ สภาพแวดล้อมทางบ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ การใช้เวลานอกห้องเรียนของกลุ่มเพื่อน การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครู โดยใช้ตัวแบบ OLS และตัวแบบพหุคูณแบบลำดับ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามและผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2549

ซึ่งการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ อาจสนใจศึกษาว่าสิ่งที่สนใจซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งนั้น มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นหรือไม่ และถ้ามีความสัมพันธ์กันแล้วมีระดับมากน้อยเท่าใด และเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ การศึกษาในลักษณะนี้ นิยมใช้ตัวแบบการถดถอยในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยชนิดตัวแปรสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอื่น เรียก ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) ส่วนตัวแปรอีกชนิดหนึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ควบคุมหรืออธิบายตัวแปรตาม เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable หรือ Predictor Variable) ตัวแปรอิสระนี้อาจเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุมหรือกำหนดค่า จำนวนตัวแปรอิสระอาจมีเพียงตัวเดียว หรือมากกว่าหนึ่งตัวแปรก็ได้ ถ้าตัวแปรอิสระมีเพียงตัวเดียวเรียกว่า การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) ในกรณีที่ตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวเรียกว่าการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ถ้ากำหนดให้ Y เป็นตัวแปรตาม และ X_1, X_2, \dots, X_k เป็นตัวแปรอิสระ โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์คือ(สุดา ตรีการเถลิงศักดิ์ 2531 : 53)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_i$$

เมื่อ β_j คือสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นพารามิเตอร์ ($j = 1, 2, \dots, k$ และ $i = 1, 2, \dots, n$)

และ ϵ_i คือความคลาดเคลื่อน

ในการหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ในตัวแบบ พบว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares หรือ OLS) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุด นอกจากนี้พบว่าค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้โดยวิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุด มีความอ่อนไหวต่อข้อมูลที่ผิดปกติ(outlier)มาก ในการนำตัวแบบการถดถอยมาใช้เพื่อประโยชน์ในการทำนายอาจทำ

ให้ผลการทำนายคลาดเคลื่อนไม่แม่นยำ ดังนั้นในการวิเคราะห์เชิงสถิติจึงจำเป็นต้องพิจารณาว่าข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแบบที่ใช้หรือไม่

ในกรณีที่เงื่อนไขไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของวิธี OLS Ronald L. Iman; and W.J. Conover (1979) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้วิธีการแปลงข้อมูลด้วยลำดับในการถดถอย พบว่าการแปลงข้อมูลด้วยวิธีลำดับมีขั้นตอนง่ายๆ โดยการแทนที่ข้อมูลแต่ละตัวแปรด้วยลำดับทั้งตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาด้วยการแปลงข้อมูลลำดับสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลมีค่าผิดปกติและการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ และวิธีการถดถอยแบบลำดับให้ผลลัพธ์ที่ดีในการสร้างตัวแบบ นอกจากนี้ Todd C. Headrick , Ourania Rotou(2001) พบว่าวิธีการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression) เป็นวิธีการวิเคราะห์การถดถอยที่ไม่อ่อนไหวต่อการที่ข้อมูลเบี่ยงเบนจากข้อตกลงเบื้องต้น ในกรณีที่ข้อสมมติของความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นข้อมูลที่รวบรวมมาได้ถ้ามีลักษณะไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแบบการถดถอยแบบ OLS หรือมีข้อมูลผิดปกติผสมอยู่ด้วย วิธีการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression) เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression) ในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ทำการแทนข้อมูลของตัวแปรตาม Y และตัวแปรอิสระ (X_1, X_2, \dots, X_k) ด้วยการให้ลำดับที่สมนัยกับข้อมูลเดิม โดยข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดแทนด้วยลำดับที่ 1 จนถึงข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นลำดับที่ n

ถ้ากำหนดให้ $R(Y)$ เป็นตัวแปร Y ที่ถูกให้ลำดับ และ $R(X_1), R(X_2), \dots, R(X_k)$ คือตัวแปร X_1, X_2, \dots, X_k ที่ถูกให้ลำดับ สมการแสดงความสัมพันธ์คือ(Ronald L.Iman and W.J.Conover 1979 :499-500) โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ $j = 1, 2, \dots, k$

$$R(Y_i) = \beta_0 + \beta_1(R(X_{i1})) + \beta_2(R(X_{i2})) + \dots + \beta_k(R(X_{ik})) + \varepsilon_i$$

เมื่อ β_j คือสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นพารามิเตอร์ ($j = 1, 2, \dots, k$ และ $i = 1, 2, \dots, n$)

และ ε_i คือความคลาดเคลื่อน

ดังนั้นนอกเหนือจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้และปัจจัยต่างๆแล้ว ผู้วิจัยยังต้องการศึกษาตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอย ที่เหมาะสมระหว่างวิธี OLS และวิธี Multiple Rank Regression เพื่อดูความสอดคล้องของตัวแปรทำนายที่ได้จากตัวแบบทั้งสอง

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning โดยปัจจัยที่สนใจศึกษาประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ การใช้เวลานอกห้องเรียนของกลุ่มเพื่อน การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครู โดยการสร้างตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับศึกษา 2 ตัวแบบ

1. ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบ OLS
2. ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีแบบ Multiple Rank Regression

สมมุติฐานของการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Active Learning จากตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบ OLS มีความแตกต่างกับตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression)

ขอบเขตการศึกษา

ตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเพลินพัฒนาที่เรียนด้วยวิธีแบบ

Active Learning ปีการศึกษา 2549 จำนวน 64 คน ประกอบด้วย

- มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน
- มัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 คน
- มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา กรณีตัวแบบ OLS ประกอบด้วย

ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y)

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน (X_1) คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X_2) การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน (X_3) การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน (X_4) ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X_5) รูปแบบวิธีการสอนของครู (X_6)

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา กรณีตัวแบบ Multiple Rank Regression ประกอบด้วย

ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ $R(Y)$

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ $R(X_1)$ คุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_3)$ การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_4)$ ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ $R(X_5)$ รูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ $R(X_6)$

การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามความคิดเห็นกับนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างตัวแบบการถดถอย

1. ระยะเวลาในการเก็บผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งหมด 1 ปีการศึกษา 2549

2. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม 1 สัปดาห์

ในการศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวแบบการถดถอย

1. ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบ OLS

2. ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีแบบ Multiple Rank Regression

นียมศัพท์

1. การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Active Learning คือ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนเชิงรุก ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายวุ่นอยู่กับเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อน หรือการตั้งคำถาม หรือการเรียนการสอนที่มีความเคลื่อนไหว ซึ่งผู้เรียนอาจทำงานคนเดียวหรือทำเป็นกลุ่มก็ได้

2. ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences) โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ผู้ให้กำเนิดทฤษฎีพหุปัญญา กล่าวถึงความชาญฉลาดของมนุษย์ใน 8 ด้าน ดังนี้ ด้านภาษา (Linguistic Intelligence) ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) ด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) ด้านดนตรี (Musical Intelligence) ด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) ด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) และด้านการรู้จักและเข้าใจธรรมชาติ (Naturalist Intelligence)

3. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์(Y) คือ ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ประกอบด้วย คะแนนภาคกันทะเล 20 คะแนน ภาควิริยะ 20 คะแนน ภาคจิตตะ 20 คะแนน ภาควิมังสา 20 คะแนน และคะแนนสอบปลายภาคเรียน 20 คะแนน โดยเกณฑ์การประเมินในแต่ละภาคประกอบด้วย ด้านการทำงาน 7 ส่วน ทักษะความรู้ 7 ส่วน และเนื้อหาสาระ 6 ส่วน

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้าน

4.1 ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน พิจารณาจาก นักเรียนทำการบ้านเมื่อกลับถึงบ้าน ก่อนทำกิจกรรมอื่น ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษากรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจเวลาทำการบ้าน ให้การสนับสนุนส่งเสริมให้รักและพัฒนาทักษะด้านคณิตศาสตร์อยู่เสมอ มีการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน มีวารสารคณิตศาสตร์อยู่ประจำบ้านและมีกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำร่วมกับผู้ปกครองที่บ้าน

4.2 ด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ พิจารณาจาก นักเรียนมีทักษะคณิตศาสตร์คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว ทำแบบฝึกหัดทำความเข้าใจและค้นคว้าด้วยตนเองได้ดี สนุกและทำท่ายต่อการคิด โจทย์คณิตศาสตร์ และได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านคณิตศาสตร์จากครูผู้สอน

4.3 ด้านการใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน พิจารณาจาก กลุ่มเพื่อนๆของนักเรียน ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชักชวนทำโจทย์คณิตศาสตร์อ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำ ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ ชอบเล่นเกมคณิตศาสตร์ และใช้เวลาว่างในการทบทวนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ

4.4 ด้านการใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน พิจารณาจาก นักเรียนหมั่นทบทวนคณิตศาสตร์ เล่นเกมคณิตศาสตร์ อ่านวารสารคณิตศาสตร์ ฝึกการคิดคำนวณในช่วงเวลาว่าง และค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างสม่ำเสมอ

4.5 ด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต พิจารณาจาก วิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบ มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน และวิชาคณิตศาสตร์ฝึกการทำงานอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอนและฝึกความรวดเร็วในการทำงานได้เป็นอย่างดี

4.6 ด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน พิจารณาจาก ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning ประกอบด้วยกิจกรรมเกริ่นนำด้วยคำถามหรือเกมคณิตศาสตร์ น่าสนใจ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ปฏิบัติเป็นกลุ่มเหมาะสมกับเวลา กิจกรรมที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองเหมาะสมกับเวลา กิจกรรมการสรุปการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเหมาะสม เอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ รูปแบบกิจกรรมการสอนแต่ละเนื้อหาที่เรียนแตกต่างกันน่าสนใจ ครูใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา นอกจากนี้

ครูใช้แหล่งการเรียนรู้ในชุมชนในวิชาคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตด้วยคณิตศาสตร์และมีทักษะในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนเพลินพัฒนา ในปีการศึกษา 2549

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Active Learning
2. สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความอ่อนไหวของตัวแบบการถอดยที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์การถอดยพหุคูณแบบลำดับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทางสถิติ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอย เป็นวิธีทางสถิติอย่างหนึ่งที่ใช้ศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จุดประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยคือ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบหรือการหารูปแบบที่เหมาะสมกับข้อมูล เมื่อได้รูปแบบแล้วก็จะนำมาตรวจสอบว่ารูปแบบที่สร้างขึ้นนี้เหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ การวิเคราะห์การถดถอยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ลักษณะข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งตัวแปรในเรื่องการถดถอยสามารถแบ่งออก เป็น 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอื่นเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) ส่วนตัวแปรอีกชนิดหนึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ควบคุมหรืออธิบายตัวแปรตาม เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable หรือ Predictor Variable) ตัวแปรอิสระนี้อาจเป็นตัวแปรที่ถูกควบคุมหรือกำหนดค่าหรืออาจเป็นค่าที่ได้จากการสังเกตไม่ได้ถูกควบคุม จำนวนตัวแปรอิสระอาจมีเพียงตัวเดียว หรือมากกว่าหนึ่งตัวแปรก็ได้ ถ้าใช้ตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวเรียกว่า การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) แต่ถ้าใช้ตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวแปร เรียกว่า การถดถอยพหุคูณ(Multiple Regression) (สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ 2531 : 1)

ถ้ากำหนดให้ Y เป็นตัวแปรตาม และ X_1, X_2, \dots, X_k เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งมีตัวแบบถดถอยเชิงเส้นดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ β_j ($j = 1, 2, \dots, k$ และ $i = 1, 2, \dots, n$) เป็นสัมประสิทธิ์การถดถอยของพารามิเตอร์ ซึ่ง β_j คืออัตราการเปลี่ยนแปลง เมื่อ X_j เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วยโดย X_p ($p \neq j$) มีค่าคงที่

ε_i เป็นตัวแปรสุ่มหรือส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่ม(random error)

ในการหาค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีข้อสมมุติเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน (ε) ดังต่อไปนี้

1. สำหรับแต่ละตัวแปรอิสระ ε_i เป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนคงที่ นั่นคือ $E(\varepsilon_i) = 0$, $V(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ทุกค่า i

2. ค่าของ $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ ไม่มีสหสัมพันธ์กัน นั่นคือ $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ ถ้า $i \neq j$ ซึ่งจะได้ว่าสำหรับแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ $E(Y_i) = E(Y | X_k) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$, $V(Y_i) = \sigma^2$ และ $cov(Y_i, Y_j) = 0$ ถ้า $i \neq j$

3. ε_i เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ย = 0 ความแปรปรวน = σ^2 นั่นคือ $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ ภายใต้ข้อสมมุตินี้ $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ ไม่เพียงแต่จะไม่มีสหสัมพันธ์กันเท่านั้นแต่จะเป็นอิสระกันด้วย ซึ่งข้อสมมุติข้อ 3 เป็นข้อสมมุติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานและหาช่วงเชื่อมั่น (สุดา วิชาการสถิติ 2531 : 12)

วิธีการประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares หรือ OLS)

วัตถุประสงค์หนึ่งของการวิเคราะห์การถดถอย คือการสร้างสมการที่ใช้พยากรณ์ค่าของตัวแปรตอบสนองสำหรับค่าของตัวแปรพยากรณ์ที่สนใจบางค่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาตัวแบบที่เหมาะสมกับค่าที่สังเกตมาของ Y_i กับค่าของ $1, X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jk}$ ที่ทราบค่าแล้ว นั่นคือเราต้องหาค่าของสัมประสิทธิ์การถดถอย β และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน σ^2 ที่สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่

ในความเป็นจริงเราไม่สามารถหาค่าพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ ได้แต่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ได้ โดยใช้ค่าสังเกตของตัวอย่าง นั่นคือ ถ้า $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ เป็นค่าประมาณของ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ ตามลำดับ และ \hat{Y} เป็นค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ยของ Y เมื่อกำหนด $X_j; j = 1, 2, \dots, k$ จะได้สมการถดถอยตัวอย่างเป็น

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_k X_k \quad \dots\dots\dots(2)$$

และถ้าให้ X_{ij} เป็นค่าของข้อมูลตัวที่ i ของตัวแปรอิสระ $X_j; j = 1, 2, \dots, k$ เราสามารถเขียนสมการได้เป็น

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_k X_{ik} + e_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

และส่วนเหลือ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ เป็นความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตกับค่าคาดคะเน
ค่าเฉลี่ยของ Y เมื่อกำหนดค่า $X_j; j = 1, 2, \dots, k$

ซึ่งการหาค่าประมาณ $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ทำได้โดยการหา
อนุพันธ์ของ $\sum e_i^2$ เทียบกับ $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ แล้วกำหนดให้เท่ากับศูนย์ (กัลยา วานิชย์บัญชา
2545 : 293-294) ดังนี้

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial b_0} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \right] &= \frac{\partial}{\partial b_0} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_{i1} - b_2 X_{i2} - \dots - b_k X_{ik})^2 \right] = 0 \\ &= -2 \sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 X_{i1} - b_2 X_{i2} - \dots - b_k X_{ik}) = 0 \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } -2 \sum Y_i + 2nb_0 + 2b_1 \sum X_{i1} + 2b_2 \sum X_{i2} + \dots + 2b_k \sum X_{ik} = 0$$

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n X_{i1} + b_2 \sum_{i=1}^n X_{i2} + \dots + \sum_{i=1}^n X_{ik} = \sum_{i=1}^n Y_i \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial b_1} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \right] &= \frac{\partial}{\partial b_1} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - b_0 - b_1 X_{i1} - b_2 X_{i2} - \dots - b_k X_{ik})^2 \right] = 0 \\ &= -2 \sum_{i=1}^n X_{i1} (Y_i - b_0 X_{i1} - b_2 X_{i2} - \dots - b_k X_{ik}) = 0 \end{aligned}$$

$$\text{หรือ } -2 \sum X_{i1} Y_i + 2b_0 \sum X_{i1} + 2b_1 \sum X_{i1}^2 + 2b_2 \sum X_{i1} X_{i2} + \dots + 2b_n \sum X_{i1} X_{i2} \dots X_{ik} = 0$$

$$b_0 \sum X_{i1} + b_1 \sum X_{i1}^2 + b_2 \sum X_{i1} X_{i2} + \dots + b_n \sum X_{i1} X_{i2} \dots X_{ik} = \sum X_{i1} Y_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{หรือ } \frac{\partial}{\partial b_2} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \right] = 0 \quad \text{จะได้}$$

$$-2 \sum X_{i2} Y_i + 2b_0 \sum X_{i2} + 2b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + 2b_2 \sum X_{i2}^2 + 2b_n \sum X_{i1} X_{i2} \dots X_{ik} = 0$$

$$b_0 \sum X_{2i} + b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + \dots + b_n \sum X_{i1} X_{i2} \dots X_{ik} + b_2 \sum X_{i2}^2 = \sum X_{i2} Y_i \quad \dots\dots\dots(6)$$

⋮

$$\text{และในทำนองเดียวกัน } \frac{\partial}{\partial b_n} \left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \right] = 0 \quad \text{จะได้}$$

$$-2 \sum X_{ik} Y_i + \dots + 2b_0 \sum X_{i2} + 2b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + \dots + 2b_n \sum X_{i2}^2 = 0$$

$$b_0 \sum X_{ki} + \dots + b_1 \sum X_{i1} X_{i2} + b_2 \sum X_{i2}^2 = \sum X_{ki} Y_i \quad \dots\dots\dots(7)$$

สมการ (4), (5), (6) และ (7) จะได้สมการปกติ (Normal Equation) หรือเขียนใหม่ได้
 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 nb_0 + b_1 \sum X_{i1} + b_2 \sum X_{i2} + \dots + b_k \sum X_{ik} &= \sum Y_i \\
 b_0 \sum X_{i1} + b_1 \sum X_{i1}^2 + b_2 \sum X_{i1} X_{i2} + \dots + b_k \sum X_{i1} X_{ik} &= \sum X_{i1} Y_i \dots\dots\dots(8) \\
 \vdots & \\
 b_0 \sum X_{ik} + b_1 \sum X_{i1} X_{ik} + b_2 \sum X_{i2} X_{ik} + \dots + b_k \sum X_{ik}^2 &= \sum X_{ik} Y_i
 \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่าสมการ (8) ประกอบด้วยตัวแปรที่ไม่ทราบค่า k+1 ตัว จำนวน k+1 สมการถ้าสมการทั้งหมดเป็นอิสระกันก็จะสามารถหาค่า $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$

- ถ้ากำหนดให้ Y เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตาม ขนาด n×1
- X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระ ขนาด n×(k+1)
- β เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ ขนาด (k+1)×1
- ε เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ขนาด n×1

ตัวแบบถดถอยสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$Y = X\beta + \epsilon \dots\dots\dots(9)$$

$$\text{ซึ่ง } Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & \dots & X_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad \epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

โดย $E(\epsilon) = 0$; $V(\epsilon) = \sigma^2 I$ ซึ่งจะได้ว่า ε ไม่มีสหสัมพันธ์กัน และ $E(Y) = X\beta$
 และ $\epsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$ (สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ 2531 : 54-55)

- ถ้าให้ B เป็นเวกเตอร์ของค่าประมาณของ β
 - e เป็นเวกเตอร์ของค่าประมาณของ ε
 - จะได้ ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย คือ
- $$Y = XB + e \dots\dots\dots(10)$$

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเป็น

$$\begin{aligned}
 e^T e &= (Y - XB)^T (Y - XB) \\
 &= Y^T Y - B^T X^T Y - Y^T X B + B^T X^T X B \\
 &= Y^T Y - 2B^T X^T Y + B^T X^T X B \quad \dots\dots\dots(11)
 \end{aligned}$$

การหาค่าประมาณ B โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ทำได้โดยการหาอนุพันธ์ของ $e^T e$ เทียบกับ B แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0 จะได้สมการปกติ

$$\begin{aligned}
 X^T X B &= X^T Y \quad \dots\dots\dots(12) \\
 \text{โดย } X^T X &= \begin{bmatrix} n & \sum X_{i1} & \sum X_{i2} & \dots & \sum X_{ik} \\ \sum X_{i1} & \sum X_{i1}^2 & \sum X_{i1} X_{i2} & \dots & \sum X_{i1} X_{ik} \\ \sum X_{i2} & \sum X_{i1} X_{i2} & \sum X_{i2}^2 & \dots & \sum X_{i2} X_{ik} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum X_{ik} & \sum X_{i1} X_{ik} & \sum X_{i2} X_{ik} & \dots & \sum X_{ik}^2 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots(13)
 \end{aligned}$$

และ

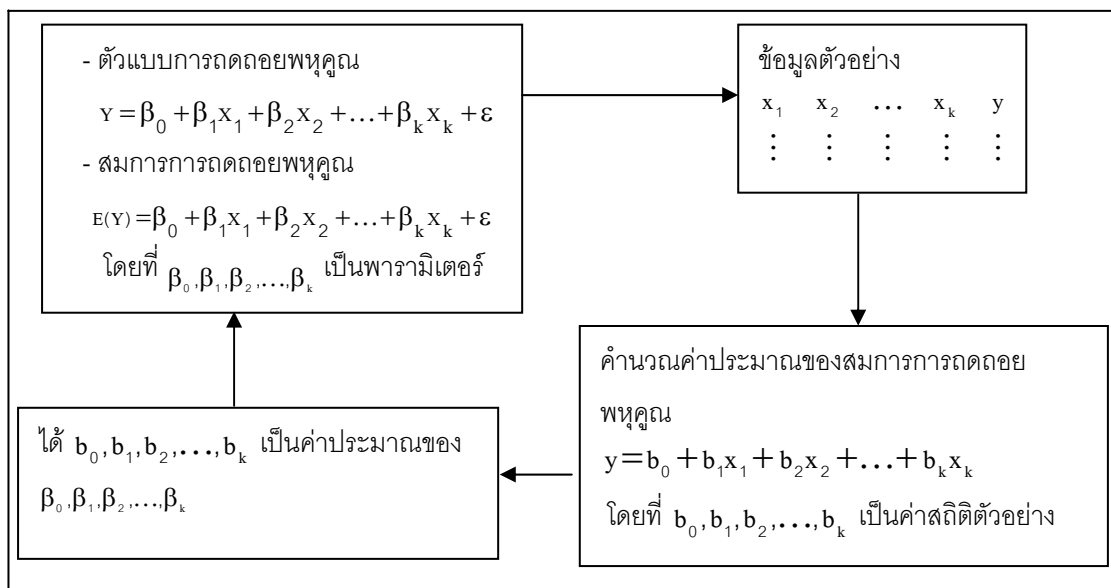
$$X^T Y = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{i1} Y_i \\ \sum X_{i2} Y_i \\ \vdots \\ \sum X_{ik} Y_i \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots(14)$$

ถ้า $X^T X$ เป็นเมทริกซ์ซึ่งมิใช่เอกฐาน(nonsingular matrix) จะได้ $B = (X^T X)^{-1} X^T Y$ คุณสมบัติของ B

1. B เป็นค่าประมาณของ β ซึ่งทำให้ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยสุดไม่ว่าความคลาดเคลื่อนจะมีการแจกแจงแบบใดก็ตาม(ข้อกำหนดที่ว่า ϵ มีการแจกแจงแบบปกติไม่ได้ใช้ในการคำนวณค่าประมาณ B เลย แต่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานและหาช่วงเชื่อมั่น)

2. B เป็นผลบวกเชิงเส้นของ Y_1, Y_2, \dots, Y_n และเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของ β ซึ่งมีความแปรปรวนต่ำสุด ดังนั้น B จึงเป็นตัวประมาณค่าเชิงเส้นไม่เอนเอียงที่ดีที่สุด เรียกว่า BLUE (The Best Linear Unbiased Estimator) (สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ 2531 : 54-56)

สรุปในการหาค่าประมาณดังกล่าวอาจแสดงเป็นขั้นตอนตามแผนภาพดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการ ในการประมาณค่าสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ที่มา : การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ , อ้างถึงใน ผศกาวดี ศิริรังสี , การวิเคราะห์ข้อมูลการประยุกต์วิธีการทางสถิติในงานวิจัย (กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549), 426

มหาวิทยาลัยศิลปากร สังกัดคณะศิลปกรรมศาสตร์

หลังจากหาสมการถดถอยได้แล้ว ผู้วิเคราะห์ควรตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยทำภายใต้ข้อสมมติเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนที่ว่า ความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนคงที่และไม่มีสหสัมพันธ์กัน และยังมีข้อกำหนดในการทดสอบสมมติฐานและหาช่วงความเชื่อมั่นว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบว่า ความคลาดเคลื่อนมีคุณสมบัติตามที่กำหนดหรือไม่ แต่เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า จึงใช้ส่วนเหลือ (residual) ซึ่งเป็นค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบ(สุดา ตระการเถลิงศักดิ์ 2531 : 153-166)

สมมติว่าตัวแบบที่กำหนดเป็น $Y = X\beta + \varepsilon$ (15)

โดย X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระขนาด $n \times p$ และมีค่าลำดับชั้นเท่ากับ $p(p \leq n)$; $p =$ จำนวนพารามิเตอร์ $n =$ จำนวนค่าสังเกต

Y เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตามขนาด $n \times 1$

β เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ขนาด $p \times 1$

ε เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนขนาด $n \times 1$ ซึ่ง ε เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma^2 I$

ถ้าให้ $B = (X^T X)^{-1} X^T Y$ เป็นเวกเตอร์ของค่าประมาณของ β สมการถดถอย ตัวอย่างจะเป็น

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= XB \\ &= X(X^T X)^{-1} X^T Y \quad \dots\dots\dots(16)\end{aligned}$$

เวกเตอร์ส่วนเหลือเป็น

$$\begin{aligned}e &= Y - \hat{Y} \\ &= Y - X(X^T X)^{-1} X^T Y \\ &= [I - X(X^T X)^{-1} X^T] Y \quad \dots\dots\dots(17)\end{aligned}$$

$$\text{ให้ } H = X(X^T X)^{-1} X^T \quad \dots\dots\dots(18)$$

เมทริกซ์ H มีชื่อเรียกว่า **แฮทเมทริกซ์ (Hat Matrix)** จากสมการที่ (20) สามารถเขียนได้เป็น

$$\hat{Y} = HY \quad \dots\dots\dots(19)$$

และสมการที่ (21) สามารถเขียนได้เป็น

$$e = (I - H)Y \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$\begin{aligned}\text{หรือ } e &= Y - \hat{Y} \\ &= Y - X(X^T X)^{-1} X^T Y \\ &= X\beta + \varepsilon - X(X^T X)^{-1} X^T (X\beta + \varepsilon) \\ &= X\beta + \varepsilon - X\beta - X(X^T X)^{-1} X^T \varepsilon \\ &= (I - X(X^T X)^{-1} X^T) \varepsilon \\ &= (I - H)\varepsilon \quad \dots\dots\dots(21)\end{aligned}$$

จะเห็นความสัมพันธ์ระหว่าง e กับ ε ขึ้นกับค่าของ H ถ้าสมาชิกในเมทริกซ์ H มีค่าเล็ก e สามารถประมาณ ε ได้ดี แต่ถ้าสมาชิกในเมทริกซ์ H มีค่ามาก e ประมาณ ε ได้ไม่ดีนัก

เนื่องจาก $E(\varepsilon) = 0$; $E(\varepsilon^T \varepsilon) = V(\varepsilon) = \sigma^2$ และ $I - H$ เป็นเมทริกซ์สมมาตร $(I - H)^T = (I - H)$ และ H เป็นไอเดมโพเทนต (idempotent) $H = H^T H = H^2$ ดังนั้นเมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมของ e เป็น

$$\begin{aligned}\text{Var}(e) &= E[(e - E(e))(e - E(e))^T] \\ &= (I - H)E(\varepsilon^T \varepsilon)(I - H)^T\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (I-H)\sigma^2 I(I-H)^T \\
&= (I-2H+H^2)\sigma^2 \\
&= (I-H)\sigma^2 \dots\dots\dots(22)
\end{aligned}$$

จะเห็นว่าความคลาดเคลื่อน \mathcal{E} กับส่วนเหลือ e แตกต่างกัน \mathcal{E} เป็นตัวแปรสุ่มที่ถูกต้องสมมติว่าไม่มีสหสัมพันธ์กัน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนคงที่ σ^2 แต่ส่วนเหลือนั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ความแปรปรวนไม่คงที่และมีสหสัมพันธ์กัน จากสมการที่ (25) จะเห็นว่าส่วนเหลือเป็นผลบวกเชิงเส้นของ \mathcal{E} ดังนั้น \mathcal{E} มีการแจกแจงแบบปกติ ส่วนเหลือก็จะมีแจกแจงแบบปกติด้วย

สมาชิกใน H ใช้สัญลักษณ์ h_{ij} ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$h_{ij} = X_i^T (X^T X)^{-1} X_j \dots\dots\dots(23)$$

สมาชิกในเส้นทแยงมุม(diagonal element) จะเป็น

$$h_{ij} = X_i^T (X^T X)^{-1} X_i \dots\dots\dots(24)$$

โดย X_i และ X_j เป็นเวกเตอร์ของแถว i และ j ของเมทริกซ์ข้อมูล X ตามลำดับ จากสมการที่ (26) จะได้ความแปรปรวนของส่วนเหลือตัวที่ i เป็น

$$\text{Var}(e_i) = \sigma^2 (1-h_{ii}) \dots\dots\dots(25)$$

ความแปรปรวนร่วมของส่วนเหลือตัวที่ i กับตัวที่ j เป็น

$$\text{Cov}(e_i, e_j) = -\sigma^2 h_{ij} \dots\dots\dots(26)$$

สหสัมพันธ์ระหว่างส่วนเหลือ i และ j เป็น

$$\text{Corr}(e_i, e_j) = \frac{-h_{ij}}{(1-h_{ii})^{1/2} (1-h_{jj})^{1/2}} \dots\dots\dots(27)$$

H เป็นเมทริกซ์ที่สมมาตรขนาด $n \times n$ และเป็นไอเดมโพเทนต์ ($H^2 = H^T H = H$)

โดยทั่วไปแล้ว H จะมีค่าลำดับชั้นน้อยกว่า n และค่าลำดับชั้นของ H เท่ากับค่าลำดับชั้นของ X และเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ p ผลบวกของสมาชิกในเส้นทแยงมุมเรียกผลบวกเฉลี่ยง(trace) ซึ่งเท่ากับ

$$\sum_{i=1}^n h_{ii} = \text{rank}(X) = p \dots\dots\dots(28)$$

และ $\sum_{i=1}^n h_{ij}^2 = h_{ii}$ ถ้าตัวแบบมีเทอมคงที่ จะได้ว่า $\sum_{i=1}^n h_{ij} = \sum_{j=1}^n h_{ij} = 1$ ค่า h_{ii} แต่ละค่าจะอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ขอบเขตของค่า h_{ii} คือ $1/n \leq h_{ii} \leq 1$ โดยค่าต่ำสุดของ h_{ii} เป็นกรณีที่ X_i เท่ากับเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ย

เนื่องจาก $\hat{Y} = HY$ ดังนั้น $\text{Var}(\hat{Y}) = H\text{Var}(Y)$ หรือ $\text{Var}(\hat{Y}_i) = h_{ii}\sigma^2$ และ $\text{Var}(e_i) = (1-h_{ii})\sigma^2$ ค่าทำนายค่าสังเกตที่อยู่ห่างจาก \bar{X} มาก จะมีความแปรปรวนสูง และความแปรปรวนของส่วนเหลือที่จุดดังกล่าวจะค่อนข้างต่ำ และเมื่อ $h_{ii} = 1$ จะได้ $\hat{Y}_i = Y_i$

พิจารณาสมการถดถอยอย่างง่าย $\hat{Y}_i = b_0 + b_1X_i$ เมทริกซ์ H มีขนาด $n \times n$ สมาชิกในเมทริกซ์ H เป็น $h_{ij} = X_i^T (X^T X)^{-1} X_j$

$$= [1 \ X_i] \begin{bmatrix} \frac{\sum X^2}{n \sum (X - \bar{X})^2} & \frac{-\bar{X}}{\sum (X - \bar{X})^2} \\ \frac{-\bar{X}}{\sum (X - \bar{X})^2} & \frac{1}{\sum (X - \bar{X})^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ X_j \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum (X - \bar{X})^2}$$

ถ้า $i = j$ $h_{ii} = \frac{1}{n} + \frac{(X_i - \bar{X})^2}{\sum (X - \bar{X})^2}$

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จะเห็นว่า $\sum h_{ii} = 2$ และ h_{ii} มีค่าต่ำสุดที่ $X_i = \bar{X}$ ($h_{ii} = 1/n$) และ h_{ii} จะมีค่าเพิ่มขึ้น ถ้า X_i ห่างจาก \bar{X} มากขึ้น ถ้า X_i ห่างจาก \bar{X} มากพอ h_{ii} อาจเข้าใกล้ 1 เนื่องจาก h_{ii} เป็นค่าวัดค่าสังเกตที่ห่างจากศูนย์กลางของข้อมูลเพียงใด จากสมการที่ (29) จะเห็นว่า h_{ii} มีค่ามาก (เข้าใกล้ 1) $V(e_i)$ จะมีค่าน้อย (เข้าใกล้ 0) นั่นคือส่วนเหลือที่จุดนั้น เข้าใกล้ 0 หรืออีกนัยหนึ่ง $\hat{Y}_i \approx Y_i$ แสดงว่าค่าสังเกตที่ i นี้เป็นค่าสังเกตที่มีความสำคัญในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่าสังเกตตัวที่มีค่า h_{ii} สูงนี้เรียกว่า ค่าสังเกตที่มีแรงจัดสูง(high leverage)

การวิเคราะห์ส่วนเหลือสามารถทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้ส่วนเหลือในรูปค่ามาตรฐาน มีหลายแบบดังนี้

ส่วนเหลือแบบมาตรฐาน (Standardized residual) นิยาม ดังนี้

$$\tilde{e}_i = \frac{e_i}{s} \quad \text{โดยที่} \quad s^2 = \frac{\sum e_i^2}{(n-p)} \quad \dots\dots\dots(29)$$

ส่วนเหลือแบบสตีวเดนท์ (Studentized residual หรือ Internally studentized residual) นิยามดังนี้

$$e_i^* = \frac{e_i}{s\sqrt{1-h_{ii}}} \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, \dots, n \text{ และ } s^2 = \sum e_i^2 / (n-p) \quad \dots\dots\dots(30)$$

ค่าเฉลี่ยของ e_i^* เท่ากับ 0 ทุกค่า i และ e_i^* มีสหสัมพันธ์กับ Y_i เล็กน้อย ในทางปฏิบัติสหสัมพันธ์นี้สามารถละเลยได้ ถ้าตัวแบบถูกต้อง $\text{Var}(e_i^*) = 1$ ทุกค่า i และเป็นอิสระกับ σ^2 และ h_{ii}

การตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน

กราฟของส่วนเหลือเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบเพราะถ้าตัวแบบไม่ถูกต้อง ลักษณะของส่วนเหลือจะไม่เป็นไปตามข้อสมมติของความคลาดเคลื่อนสามารถตรวจสอบได้ดังนี้

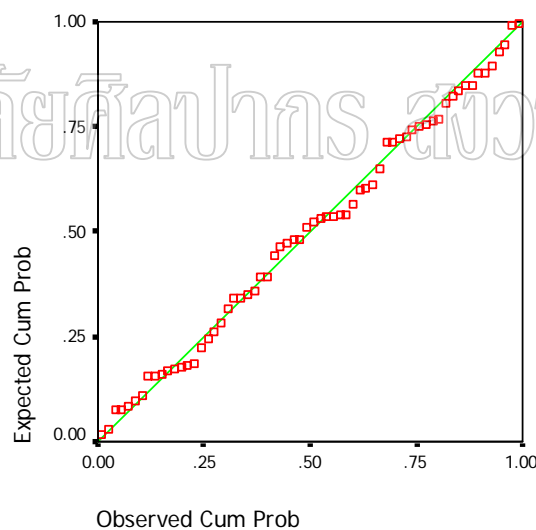
1. การตรวจสอบการแจกแจงของส่วนเหลือ

แนวทางในการตรวจสอบข้อสมมติการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อนมีหลายวิธี วิธีหนึ่งคือการใช้แผนภาพการแจกแจงแบบปกติ (Normal Probability Plot) ซึ่งเป็นแผนภาพที่ใช้เปรียบเทียบการแจกแจงของค่าสังเกตกับการแจกแจงแบบปกติ ที่นิยมใช้กันมี 2 แบบคือ Q-Q Normal probability plot และ P-P Normal probability plot ซึ่งในการพลอตแผนภาพนี้ต้องใช้สถิติอันดับของค่าสังเกตและจำนวนค่าสังเกต ให้ X_1, X_2, \dots, X_n เป็นค่าสังเกตจำนวน n ค่าจัดเรียงลำดับค่าสังเกตเป็น $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$ ดังนั้น $X_{(i)}$ เป็นตัวสถิติอันดับที่ i และเป็นควอนไทล์ที่ i/n ของตัวอย่างด้วยถ้าค่าสังเกตไม่มีค่าซ้ำกันแล้ว เพราะจะมีค่าสังเกตจำนวน i ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $X_{(i)}$ เป็น i/n

Q-Q Normal probability plot เป็นการพลอตควอนไทล์ของค่าสังเกตกับควอนไทล์ของการแจกแจงแบบปกติ ก็คือการพลอตของสถิติอันดับที่ i ของค่าสังเกตกับควอนไทล์ $\frac{i-1/2}{n}$ ของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน $i = 1, 2, \dots, n$ นั่นคือเป็นการพลอตค่า $X_{(i)}$ กับ $\Phi^{-1}\left(\frac{i-2/2}{n}\right)$; $i=1, 2, \dots, n$ เมื่อ Φ เป็นฟังก์ชันสะสมของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

P-P Normal probability plot เป็นแผนภาพความน่าจะเป็นที่ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าสังเกต กับความน่าจะเป็นคาดหวังภายใต้การแจกแจงแบบปกติ ถ้าประมาณความน่าจะเป็นที่ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $X_{(i)}$ ด้วย $\frac{i-1/2}{n}$ P-P Normal probability plot จะเป็นการพลอตค่า $\frac{i-1/2}{n}$ กับ $\Phi^{-1}(Z_{(i)})$ เมื่อ $(Z_{(i)})$ เป็นค่ามาตรฐานของสถิติอันดับที่ i , $Z_{(i)} = \frac{X_{(i)} - \bar{X}}{s}$ และ Φ เป็นฟังก์ชันสะสมของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

ถ้าค่าสังเกตเป็นตัวอย่างจากการแจกแจงแบบปกติ แผนภาพความน่าจะเป็นแบบปกติที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด ความชันเท่ากับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสังเกต เนื่องจากความผันแปรสุ่มอาจทำให้มีการเบี่ยงเบนจากเส้นตรงนี้อย่างสุ่ม จากแผนภาพความน่าจะเป็นแบบปกติในภาพที่ 1 จะเห็นว่า ค่าสังเกตของส่วนเหลืออยู่ใกล้เคียงกับเส้นตรง แสดงว่าส่วนเหลือน่าจะมีการแจกแจงแบบปกติ

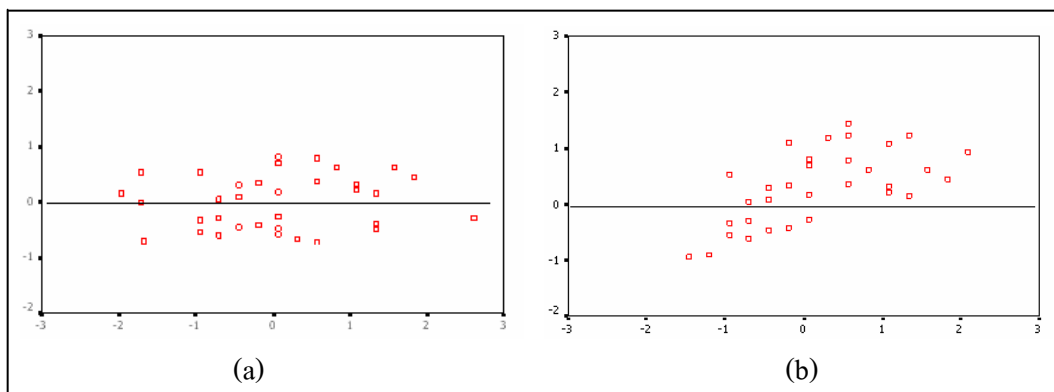


ภาพที่ 2 แผนภาพความน่าจะเป็นแบบปกติ

2. การตรวจสอบข้อสมมติเกี่ยวกับการคงที่ของความแปรปรวน พิจารณาได้ดังนี้

2.1 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนเหลือมาตรฐาน กับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย

แผนภาพการกระจายที่แกนตั้ง แสดงค่าส่วนเหลือมาตรฐานหรือส่วนเหลือแบบสถิติเวนท์ แกนนอนแสดงค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย สามารถช่วยในการตรวจสอบข้อผิดพลาดต่างๆได้ ถ้าลักษณะของแผนภาพที่ได้กระจายในแนวขนานกับแนวนอน ดังภาพที่ 3-(a) แสดงว่าส่วนเหลือมีการกระจายคงที่ ถ้าภาพที่ได้มีลักษณะดังภาพที่ 3-(b) แสดงว่าความแปรปรวนของส่วนเหลือไม่คงที่

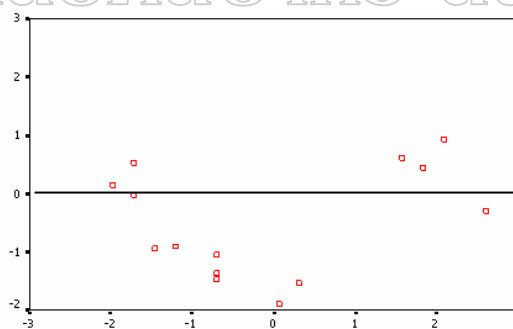


ภาพที่ 3 แผนภาพการกระจายของส่วนเหลือมาตรฐานกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย

2.2 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนเหลือมาตรฐาน กับตัวแปรอิสระ

เนื่องจากส่วนเหลือกับตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่ควรมีสหสัมพันธ์กัน ดังนั้นแผนภาพการกระจายควรเป็นแบบภาพที่ 3-(a) และถ้าแผนภาพที่ได้มีลักษณะดังภาพที่ 3-(b) แสดงว่าความแปรปรวนของส่วนเหลือไม่คงที่ คือเพิ่มขึ้นเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น พิจารณาแผนภาพที่ได้ดังภาพที่ 4 แสดงภาพของส่วนเหลือกับตัวแปรอิสระ พบว่า ส่วนเหลือในช่วงกลางของตัวแปรอิสระ ส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่าระดับ 0 แสดงว่าตัวแบบที่ได้ยังไม่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



ภาพที่ 4 แผนภาพของส่วนเหลือกับตัวแปรอิสระ X

3. การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน

ในการวิเคราะห์การถดถอยมีข้อสมมติว่าความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์กันคือ

$$E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 ; i \neq j = 1, 2, \dots, n$$

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$$H_0 : \rho = 0 \text{ หรือ (ความคลาดเคลื่อนของ } \varepsilon_i \text{ และ } \varepsilon_j \text{ ไม่มีสหสัมพันธ์กัน)}$$

$$H_1 : \rho \neq 0 \text{ หรือ (ความคลาดเคลื่อนของ } \varepsilon_i \text{ และ } \varepsilon_j \text{ มีสหสัมพันธ์กัน)}$$

ตัวสถิติเดอร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Statistics) เป็นตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนตัวที่อยู่ติดกัน (s = 1) กำหนดได้โดย

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \dots\dots\dots(31)$$

พิจารณาค่าประมาณของสหสัมพันธ์เชิงอนุกรมของส่วนเหลือ

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=2}^n e_i e_{i-1}}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

จะเห็นว่า $\hat{\rho}$ มีความสัมพันธ์กับสถิติ d คือ

$$d = 2(1 - \hat{\rho})$$

ค่าของ d อยู่ระหว่าง 0 กับ 4 ถ้าความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์กัน $\rho = 0$ ค่า d \approx

2 ถ้าความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ทางลบ $\rho = -1$ ค่า d \approx 4 ถ้าความคลาดเคลื่อนมีสหสัมพันธ์ทางบวก $\rho = 1$ ค่า d \approx 0

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

หลักเกณฑ์คร่าวๆ ในการตรวจสอบคือ

- ถ้าค่า d เข้าใกล้ 2 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนตัวที่อยู่ติดกันน่าจะไม่มีสหสัมพันธ์กัน
- ถ้าค่า d เข้าใกล้ 0 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนตัวที่อยู่ติดกันน่าจะมีสหสัมพันธ์

ทางบวก

- ถ้าค่า d เข้าใกล้ 4 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนตัวที่อยู่ติดกัน น่าจะมีสหสัมพันธ์

ทางลบ

เขตวิกฤตของการทดสอบแสดงในภาพที่ 3 ค่า d_L และ d_U เป็นค่าที่ได้จากตารางเดอร์บิน-วัตสัน

มีสหสัมพันธ์	สรุป	ไม่มีสหสัมพันธ์	สรุป	มีสหสัมพันธ์
ทางบวก	ไม่ได้	2	ไม่ได้	ทางลบ
0	d_L	d_U	$4 - d_U$	$4 - d_L$
		2		

ภาพที่ 5 เขตวิกฤต ของการทดสอบเดอร์บิน-วัตสัน

เกณฑ์ในการทดสอบเป็นดังนี้

1. ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \rho = 0; H_1: \rho \neq 0;$
 - ถ้า $d < d_L$ หรือ $4 - d_L < d$ ปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 2α
 - ถ้า $d > d_L$ หรือ $4 - d_L > d$ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 2α
 - นอกจากนี้สรุปผลได้
2. ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \rho = 0; H_1: \rho < 0;$
 - ถ้า $d > 4 - d_L$ ปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α
 - ถ้า $d < 4 - d_U$ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α
 - ถ้า $4 - d_U < d < 4 - d_L$ ไม่สามารถสรุปผลได้
3. ในการทดสอบสมมติฐาน $H_0: \rho = 0; H_1: \rho > 0;$
 - ถ้า $d < d_L$ ปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α
 - ถ้า $d > d_U$ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α
 - ถ้า $d_L < d < d_U$ ไม่สามารถสรุปผลได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิธีการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression)

การแปลงแบบลำดับ (Rank Transformation) มีขั้นตอนง่ายๆ คือข้อมูลทั้งหมดของตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X_1, X_2, \dots, X_k) จะถูกแทนด้วยลำดับของข้อมูลที่สมนัยกับการแปลงข้อมูลนั้น โดยให้ลำดับที่ 1 แทนข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดไปจนถึงลำดับที่ n แทนข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด

ถ้ากำหนดให้ $R(Y_i)$ เป็นตัวแปรตาม และ $R(X_1), R(X_2), \dots, R(X_k)$ เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ สมการการถดถอยพหุคูณแบบลำดับที่ได้คือ

$$R(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 R(X_{i1}) + \beta_2 R(X_{i2}) + \dots + \beta_k R(X_{ik}) + \varepsilon_i \dots \dots (32)$$

โดยที่ $\beta_j (j = 1, 2, \dots, k$ และ $i = 1, 2, \dots, n)$ เป็นสัมประสิทธิ์การถดถอยของพารามิเตอร์ ซึ่ง β_j คืออัตราการเปลี่ยนแปลง เมื่อ $R(X_j)$ เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย โดย $R(X_p) (p \neq j)$ มีค่าคงที่

ε_i เป็นตัวแปรสุ่มหรือส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่ม(random error)

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ วิธีในการหาค่าตัวประมาณใช้วิธีการเดียวกับ OLS ซึ่งข้อมูลที่ถูกนำมาใช้จะแปลงข้อมูลในรูปของลำดับ คือให้ $R(Y_i)$ แทนข้อมูลที่ได้จากลำดับของข้อมูลที่สมนัยกับการแปลงข้อมูลตัวแปรตาม n ตัวโดยข้อมูลตัวที่น้อยที่สุดแทนด้วยลำดับที่ 1 จนถึงข้อมูลตัวที่มากที่สุดเป็นลำดับที่ n จะได้ $R(Y_i)$ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ ตัวแปรอิสระ $R(X_j)$ โดยที่ $j = 1, 2, \dots, k$ ถูกแทนด้วยลำดับที่ของข้อมูลที่สมนัยกับการแปลงข้อมูลตัวแปรอิสระ n ตัวโดยข้อมูลตัวที่น้อยที่สุดแทนด้วยลำดับที่ 1 จนถึงข้อมูลตัวที่มากที่สุดเป็นลำดับที่ n จะได้ $R(X_{ij})$ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ $j = 1, 2, \dots, k$ เมื่อข้อมูลของตัวแปรตาม (Y_i) และตัวแปรอิสระ (X_j) ถูกแทนด้วยข้อมูลลำดับ พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่สามารถใช้ตัวแบบในสมการที่ (1) ได้ เราสามารถเขียนสมการใหม่ได้เป็น (Ronald L. Iman and W.J. Conover, 1979, p499-503)

$$R(\hat{Y}_i) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1(R(X_{i1})) + \hat{\beta}_2(R(X_{i2})) + \dots + \hat{\beta}_k(R(X_{ik})) + e_i \quad \dots\dots\dots(33)$$

โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ เราสามารถหาค่าประมาณของ β_0 และ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ โดยให้ b_0, b_1, \dots, b_k เป็นตัวประมาณของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ ที่ได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยการหาอนุพันธ์ของ $\sum e_i^2$ เทียบกับ $b_0, b_1, b_2, \dots, b_k$ แล้วกำหนดให้เท่ากับศูนย์ จะได้

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (R(Y_i) - R(\hat{Y}_i))^2 \quad \dots\dots\dots(34)$$

อย่างไรก็ตามเพื่อให้การประมาณ β โดยวิธีการของลำดับสามารถใช้ได้กับกรณีทั่วไปที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว (Mckean and Hettmansperger 1978) กล่าวถึงการประมาณของลำดับในตัวแบบเชิงเส้น พิจารณาตัวแบบในรูป

- ถ้ากำหนดให้ Y เป็นเวกเตอร์ของตัวแปรตาม ขนาด $n \times 1$
- X เป็นเมทริกซ์ของตัวแปรอิสระ ขนาด $n \times (k+1)$
- β เป็นเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ ขนาด $(k+1) \times 1$
- ϵ เป็นเวกเตอร์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ขนาด $n \times 1$

ตัวแบบถดถอยสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$R(Y) = R(X)\beta + \epsilon \quad \dots\dots\dots(37)$$

$$\text{โดย } R(Y) = \begin{bmatrix} R(Y_1) \\ R(Y_2) \\ \vdots \\ R(Y_n) \end{bmatrix} \quad R(X) = \begin{bmatrix} 1 & R(X_{11}) & \dots & R(X_{1k}) \\ 1 & R(X_{21}) & \dots & R(X_{2k}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & R(X_{n1}) & \dots & R(X_{nk}) \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

ถ้าให้ B เป็นเวกเตอร์ของค่าประมาณของ β

e เป็นเวกเตอร์ของค่าประมาณของ ε

จะได้ ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย คือ

$$R(Y) = R(X)B + e \quad \dots\dots\dots(10)$$

ผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเป็น

$$\begin{aligned} e^T e &= (R(Y) - R(X)B)^T (R(Y) - R(X)B) \\ &= R(Y)^T R(Y) - B^T R(X)^T R(Y) - R(Y)^T R(X)B + B^T R(X)^T R(X)B \\ &= R(Y)^T R(Y) - 2B^T R(X)^T R(Y) + B^T R(X)^T R(X)B \quad \dots\dots\dots(11) \end{aligned}$$

การหาค่าประมาณ B โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ทำได้โดยการหาอนุพันธ์ของ $e^T e$

เทียบกับ B แล้วกำหนดให้เท่ากับ 0 จะได้สมการปกติ

$$R(X)^T R(X)B = R(X)^T R(Y) \quad \dots\dots\dots(12)$$

ตัวประมาณ β ที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ เป็นตัวประมาณที่มีความแกร่ง(Robustness) ต่ออิทธิพลของค่าผิดปกติได้ดีกว่าตัวประมาณที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ Active Learning

โรงเรียนเพลินพัฒนา มีการจัดการเรียนการสอนในลักษณะชุมชนแห่งการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวัฒนธรรม คือ เป็นองค์กรที่มีการปรับตัว และเรียนรู้อยู่เสมอ ดังนั้น โรงเรียนจึงพยายามทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ขึ้นในทุกๆ ส่วนของโรงเรียน และมีความต่อเนื่องจนเกิดเป็นวัฒนธรรมของโรงเรียน โดยมองเห็นความสำคัญของการจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) มีผู้อำนวยการโรงเรียนทำหน้าที่เป็นผู้นำการจัดการความรู้ หรือ CKO (Chief Knowledge Officer) และมีรองผู้อำนวยการฝ่ายทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ทำหน้าที่เป็นผู้จัดการ หรือ Facilitator ที่เป็นผู้ติดตั้งระบบ KM ให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในหน่วยงานของโรงเรียน

แนวทางในการจัดการเรียนรู้มีหลักการ คือ

- จัดกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยเน้นไปที่การพัฒนาองค์ความรู้ จากแม่บทที่เป็นหัวใจของวิชา และมุ่งจัดการวิชา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน
- จัดสรรสาระวิชาทั้งหมดให้มีเนื้อหาเชื่อมโยง ต่อเนื่อง ประสานกันไปในกลุ่มสาระเดียวกัน ระหว่างกลุ่มสาระของทั้งชั้นปี และระหว่างระดับชั้น อย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อให้เกิดประสิทธิผลทางวิชาการสูงสุดแก่นักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 1-3 มีการจัดการเรียนการสอน มุ่งไปที่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ สิ่งที่มีคุณค่าต่อตนเองและสังคม ด้วยการนำพาไปสู่วิถีแห่งการเรียนรู้ที่ท้าทาย ให้ผู้เรียนต้องนำเอาศักยภาพ และพลังทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวออกมาใช้ อย่างสุดความสามารถซึ่งจะช่วยให้ค้นพบทั้งความสามารถ และความสำเร็จ จากงานที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ในหลักการที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักในพลังของความรู้ ได้ฝึกฝนในเรื่องของการก้าวล่วงอุปสรรคด้วยการลงมือปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในความสามารถของตนและหมู่คณะ และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทำให้หน่วยวิชาคณิตศาสตร์ นำรูปแบบวิธีการสอนแบบ Active Learning ซึ่งเป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติ และความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดกิจกรรมต้องคำนึงถึงทฤษฎีปัญหา ซึ่งมนุษย์มีความฉลาดอย่างน้อย 8 ด้าน มนุษย์มีโอกาสที่จะพัฒนาปัญหาได้ครบทุกด้าน ปัญญา หรือความฉลาดทั้ง 8 ด้าน ล้วนส่งผลถึงกัน ในลักษณะของการสนับสนุน ความถนัดอันเนื่องมาจากผลสะสมของการเรียนรู้ และพันธุกรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความถนัดในปัญญาด้านต่างๆ ที่แตกต่างกัน การปรากฏของมนุษย์แต่ละคนเป็นผลสังเคราะห์ของโยโย และผลที่กระทำต่อกันของปัญญาทุกๆ ด้านที่มีอยู่ในตัวบุคคลซึ่งสังเคราะห์ออกมาเป็น profile ที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งส่วนที่เป็นจุดเด่นของ profile ของแต่ละคนก็มักแสดงออกมาให้เห็น เป็นความโดดเด่นของปัญญาในด้านใดด้านหนึ่ง หรือชุดใดชุดหนึ่ง

รูปแบบการจัดกิจกรรมแบบ Active Learning ประกอบด้วย

- กิจกรรมเกริ่นนำด้วยคำถามหรือเกมคณิตศาสตร์ เพื่อก่อให้นักเรียนเกิดภาวะพร้อมเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ที่ปฏิบัติเป็นกลุ่มตามการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน
- กิจกรรมที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองตามความเข้าใจจากแหล่งความรู้ในโรงเรียน
- กิจกรรมการสรุปการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ที่เข้าใจบทเรียนตามกระบวนการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้
- กิจกรรมแบบฝึกหัด จากเอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus

เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ ในภาคนี้ 4 ภาค วิชา วิชาระ ภาควิชา และภาควิชา กั้นคะแนนแต่ละภาคเรียน 20 คะแนน โดยประเมินผล 3 ด้าน คือ ทักษะการทำงาน 7 ส่วน ด้านความรู้ 7 ส่วน และเนื้อหาสาระ 6 ส่วน ซึ่ง 4 ภาคเรียนรวม 80 คะแนนและคะแนนสอบปลายภาคเรียน ทักษะการทำงาน 7 ส่วน ด้านความรู้ 7 ส่วน และเนื้อหาสาระ 6 ส่วน และคะแนนสอบปลายภาคเรียน 20 คะแนน รวมเป็น 100 คะแนน

จากรูปแบบ Active Learning พบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สูงมากนัก ผู้วิจัยจึงศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ โดยนำแบบสอบถามจากฝ่ายวัดและประเมินผลของโรงเรียนมาศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและปรับแบบสอบถามเพื่อนำมาใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ronald L. Iman; and W.J. Conover (1979) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้วิธีการแปลงข้อมูลด้วยลำดับในการถดถอย พบว่าการแปลงด้วยวิธีลำดับมีขั้นตอนง่ายๆ ซึ่งนำไปสู่การแทนที่ข้อมูลทั้งหมดที่สัมพันธ์กันด้วยลำดับ คือการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ โดยการแทนข้อมูลของตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X_1, X_2, \dots, X_k) ด้วยข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูลเดิมด้วยการจัดลำดับโดยให้ลำดับที่ 1 แทนข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุด เรียงลำดับไปถึงข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นลำดับที่ n และในการถดถอยพหุคูณแบบลำดับโดยให้ Y_i แทนข้อมูลที่ได้จากลำดับที่สัมพันธ์กับข้อมูลตัวแปรตาม n ตัว โดยข้อมูลตัวที่น้อยที่สุดแทนด้วยลำดับที่ 1 จนถึงข้อมูลตัวที่มากที่สุดเป็นลำดับที่ n จะได้ $R(Y_i)$ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ ตัวแปรอิสระ X_j โดยที่ $j = 1, 2, \dots, k$ ถูกแทนด้วยลำดับที่สัมพันธ์กับข้อมูลตัวแปรอิสระ n ตัว โดยข้อมูลตัวที่น้อย

ที่สุดแทนด้วยลำดับที่ 1 จนถึงข้อมูลตัวที่มากที่สุดเป็นลำดับที่ n จะได้ $R(X_{ij})$ โดยที่ $i = 1, 2, \dots, n$ และ $j = 1, 2, \dots, k$ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการถดถอย นำตัวแบบที่ได้จากวิธีการถดถอยเปรียบเทียบกับถดถอยเชิงเส้นโดยใช้เทคนิคของการถดถอยด้วยวิธีโรบัส

นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า การแปลงด้วยวิธีลำดับนั้นมีประโยชน์ต่อการออกแบบสมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ และ Daniel and Wood ได้กำหนดข้อมูล 2 ชุด ทำการแปลงด้วยวิธีลำดับและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยอย่างง่าย และการถดถอยพหุคูณ ด้วยวิธีของ Monte Carlo และทำการเปรียบเทียบการถดถอยแบบลำดับกับการถดถอยโรบัส และผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาด้วยการแปลงข้อมูลลำดับสามารถใช้กับการวิเคราะห์ข้อมูลทางเดียวดีกว่า และกรณีที่มีค่าผิดปกติและการแจกแจงไม่ปกติ วิธีการถดถอยแบบลำดับให้ผลลัพธ์ที่ดีในการสร้างตัวแบบ ควรหลีกเลี่ยงการใช้วิธีการถดถอยแบบลำดับกับตัวแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น และมีตัวแปรมาก ข้อมูลมีขนาดใหญ่

Todd C. Headrick , Ourania Rotou(2001) พบว่าในปัจจุบันเรามักจะพบข้อมูลต่าง ๆ มักจะมีข้อผิดพลาดในการตั้งสมมติฐานทางทฤษฎีด้านสถิติ วิธีการเปลี่ยนรูปโดยการนำข้อมูลมาจัดลำดับและถูกนำไปใช้ในบริบทของการวิเคราะห์ในเรื่องสมการถดถอย เมื่อการตั้งสมมติฐานตามปกติมีความผิดพลาดหรือถูกทำลายไป ซึ่งข้อสมมติฐานของความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ และไม่มีทฤษฎีที่นำไปที่จะมาสนับสนุนวิธีการของ Rank Transformation (RT) ได้ ซึ่งในการศึกษานี้พิจารณาในเรื่อง Type 1 ที่ error และคุณสมบัติของกำลัง ในการนำข้อมูลมาหาค่ากลาง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณ โดยทั่วไปนำการวิเคราะห์การถดถอยแบบ (OLS) มาใช้กับการจัดลำดับข้อมูล ด้วยวิธีการ Rank Transformation (RT) ซึ่งง่ายต่อการดำเนินการและการคำนวณ ซึ่งขั้นตอนสำหรับการทดสอบสมมติฐานมีวิธีการดังนี้

1. แทนที่ข้อมูลด้วยการจัดลำดับโดยการแบ่งข้อมูลของตัวแปรอิสระ n ตัว
2. ประยุกต์โดยใช้ OLS กับข้อมูลที่จัดลำดับ

JoHn P. Thomas (2001) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติระหว่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมลูกครึ่งแอฟริกาอเมริกัน โดยการศึกษานี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นมัธยม 1-6 ของโรงเรียนที่มีกลุ่มนักเรียนเป็นลูกครึ่งแอฟริกาอเมริกัน ,นักเรียนชาวเอเชีย ,นักเรียนผิวขาว, นักเรียนฮิสพานิก, และนักเรียนอเมริกัน ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาประกอบด้วย ความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน , การตั้งใจและทัศนคติ, ปริมาณเครื่องมือการสอน, คุณภาพของการสอน, สภาพแวดล้อมทางบ้าน, สภาพห้องเรียน , การใช้เวลานอก

ห้องเรียน, การให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามสภาพของโรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนคณิตศาสตร์และผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ 1 ปีการศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษา พบว่า ปริมาณเครื่องมือการสอนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนคณิตศาสตร์มาก รองลงมาคือสภาพแวดล้อมที่บ้าน(ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง)และแรงจูงใจ

นิรัช สุดสังข์(2004) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นบันได (Stepwise Multiple Regression) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 83 คน โดยสุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้คือ แบบสอบถามแบบ Rating Scale จำนวน 40 ข้อ ตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการออกแบบ และตัวแปรอิสระดังนี้ คือ เจตคติต่อการเรียน พฤติกรรมการเรียน พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ความสัมพันธ์ของกลุ่มเพื่อน ความรู้พื้นฐานเดิม วัสดุและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ ฐานข้อมูลสนับสนุนการออกแบบ โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อหาปัจจัยที่มีส่วนร่วมกับความแปรปรวนและการทำนายผล จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ เกรดเฉลี่ย ความสัมพันธ์ของกลุ่มเพื่อน และคุณวุฒิการศึกษา โดยปัจจัยทั้งสามมีส่วนร่วมในการอธิบายเท่ากับ ร้อยละ 28

เพ็ญพร สิงห์ไธสง(2006) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพหุปัญญาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสถานการณ์ ปัจจัยจิตลักษณะเดิม และปัจจัยจิตตะลักษณะตามสถานการณ์ กับพหุปัญญาของนักเรียน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามปัจจัยส่วนตัว แบบสอบถามวัดปัจจัยสถานการณ์ 2 ตัวแปร แบบวัดปัจจัยจิตลักษณะ 3 ตัวแปร และแบบวัดพหุปัญญาของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดย วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนสามทาง และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า 1) การอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุนคือนักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุนสูงมีพหุปัญญาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุนต่ำ 2) สภาพแวดล้อมในโรงเรียนเมื่อปฏิสัมพันธ์กับเจตคติต่อการเรียน คือ มีเจตคติ

ต่อการเรียนสูงมีพหุปัญญาสูง ด้านจิตลักษณะ พบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง มีพหุปัญญาสูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ นอกจากการวิจัยพบข้อเสนอแนะว่า ตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษาเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับพหุปัญญาของนักเรียน โดยตัวแปรที่สำคัญที่สุด คือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รองลงมา คือ เจตคติต่อการเรียน สภาพแวดล้อมในโรงเรียน การอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุน และลักษณะมุ่งอนาคตควบคุมตน ตามลำดับ ควรมีการวิจัยเพิ่มในลักษณะการวิจัยทดลอง โดยการสร้างชุดฝึก และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างจิตลักษณะด้านต่างๆ เพื่อพัฒนาพหุปัญญาของนักเรียน และควรนำตัวแปรอื่นๆ ที่อาจเกี่ยวข้องกับพหุปัญญาของนักเรียน มาศึกษาเพิ่มเติมอีก

สภาพการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคโลกาภิวัตน์ส่งผลให้เกิดวิกฤตการณ์ต่างๆ หลายรูปแบบทำให้ประเทศไทยเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมจึงทำให้เกิดกระแสเรียกร้องการปฏิรูปการศึกษาขึ้น เพื่อให้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมของประเทศ ซึ่งการศึกษาถือเป็นกลไกสำคัญในการสร้าง “คน” หรือ “ผู้เรียน” อันเป็นผลผลิตโดยตรงให้มีศักยภาพและความสามารถที่จะพัฒนาตนเองและสังคมไปสู่ความสำเร็จได้ กล่าวคือ ให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข

การจัดการเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้น “ผู้เรียนเป็นสำคัญ” เน้นการพัฒนาคนให้มีความสามารถในการพัฒนาตนเอง เพื่อดำรงชีวิตอย่างมีความสุข มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และปรับตัวเข้ากับสังคมได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา : 2547) ซึ่งการจะพัฒนาคน หรือผู้เรียนให้มีความสามารถและพัฒนาได้ตามจุดมุ่งหมายนั้น นักวิชาการทางด้านการศึกษาได้มีการศึกษาและนำเสนอแนวคิดที่หลากหลายมาใช้ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคน หรือ ผู้เรียน แนวคิดหนึ่งที่ถูกกล่าวถึงกันมากในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences) ของโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) เพราะเป็นทฤษฎีที่มุ่งส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทุกด้าน โดยคำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน

อุทัย ดุลยเกษม(2548) กล่าวว่าเหตุใดเราจึงคิดว่ากระบวนการ การเรียนรู้ประเภทที่เข้าข่ายว่าเป็น Active Learning(การเรียนรู้เชิงรุก) จึงเหมาะสมและดีกว่ากระบวนการเรียนรู้และรับรู้แบบท่องจำ คงต้องย้อนไปทำความเข้าใจ พื้นฐานความเป็นมนุษย์ซึ่งจัดว่าเป็นสัตว์ที่ Active ก่อนมนุษย์เป็น Active Being มิได้เป็นฝ่ายตั้งรับ (Passive Being) ต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นรอบตัว แต่จะมีลักษณะเป็นฝ่ายรุกหรือฝ่ายกระทำ (Active Being) มากกว่าเป็นฝ่ายถูกกระทำ นี่เป็นธรรมชาติ

พื้นฐานที่เด่นชัดของความเป็นมนุษย์(Human Being) ดังนั้นการเรียนรู้อันเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตอยู่ของมนุษย์ก็ย่อมเกิดจากการที่มนุษย์เป็นฝ่ายกระทำ มากกว่าการเป็นฝ่ายตั้งรับ แม้ว่าบางสถานการณ์การตั้งรับก็อาจช่วยให้มนุษย์เรียนรู้ได้เช่นกัน แต่การเรียนรู้ด้วยการเป็นฝ่ายกระทำ หรือฝ่ายรุกทำให้มนุษย์เรียนรู้ได้ดีกว่า เรียนรู้ได้มากกว่าและเรียนรู้ได้อย่างยั่งยืนกว่า

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2549) กล่าวว่า Active learning (การเรียนรู้เชิงรุก) เป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นการพัฒนาทักษะ ความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผลให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติ และความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมนั้นๆ (**Active Engage Student**) การสัมมนา การใช้กรณีศึกษา การสอนกลุ่มย่อยแบบไม่เป็นทางการ การสำรวจข้อมูล การทดลอง การแก้ไขปัญหา กรณีศึกษา การอภิปราย เป็นต้น โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนการสอนลดกระบวนการสื่อสาร และการถ่ายทอดเนื้อหาให้กับผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความคิดระดับสูง(Higher order Thinking) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติมากกว่าการฟังบรรยาย, เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ, เน้นการวัดการประเมินด้านความคิดระดับสูง และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นหลัก

องค์ประกอบสำหรับการเรียนรู้เชิงรุกโดย Meyers&Jones(1993) กล่าวว่า ประกอบด้วยปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง 3 ประการ ได้แก่ปัจจัยพื้นฐาน(**Basic Elements**) กลวิธีการเรียนการสอน(**Learning Strategies**) และทรัพยากรทางการสอน(**Teaching Resources**) โดยมีแผนภูมิดังนี้

ปัจจัยพื้นฐาน (Basic Elements)

การพูดและการฟัง

การเขียน

การอ่าน

การโต้ตอบความคิดเห็น



กลวิธีในการเรียน (Learning Strategies)

กลุ่มเล็กๆการทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจ กรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การอภิปราย

การแก้ปัญหา การเขียนบทความ



ทรัพยากรทางการสอน (Teaching Resources)

การอ่าน การกำหนดการบ้าน วิทยากรจากภายนอก การใช้เทคโนโลยีในการสอน

การเตรียมอุปกรณ์การศึกษา ทีวีทางการศึกษา

แผนภูมิ องค์ประกอบสำหรับการเรียนเชิงรุกโดย Meyers & Jones(1993)

หลักการเรียนเชิงรุก Alaska Pacific University, Oklahoma University ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนเชิงรุกในประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงกับการแก้ปัญหาตามสภาพจริง(Authentic situation)
2. จัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้กำหนดแนวคิด การวางแผน การยอมรับ การประเมินผล และการนำเสนอผลงาน
3. บูรณาการเนื้อหาหลายวิชา เพื่อเชื่อมโยงความเข้าใจวิชาต่างๆที่แตกต่างกัน
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น(Cokkaboration)
5. ใช้กลวิธีของกระบวนการกลุ่ม(Group processing)
6. จัดให้มีการประเมินผลโดยกลุ่มเพื่อน(Peer assessment)

บทบาทของผู้สอน

1. จัดให้ผู้สอนเป็นศูนย์กลางของการเรียน กิจกรรมหรือเป้าหมายที่ต้องการสะท้อนความต้องการที่จะพัฒนาผู้เรียน และเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอน และเพื่อนในชั้นเรียน

3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมที่สนใจรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน กิจกรรมที่เป็นพลวัตได้แก่ การฝึกแก้ปัญหา การศึกษาด้วยตนเอง เป็นต้น
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Collaboratory Learning) ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลายมากกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว แม้รายวิชาที่เน้นทางด้าน การบรรยายหลักการ และ ทฤษฎีเป็นหลักก็สามารถจัดกิจกรรมเสริม อาทิ การอภิปราย การแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดเสริมเข้ากับกิจกรรมการเรียนการสอน
6. เนื่องจาก การเรียนเชิงรุกจำเป็นต้องใช้เวลาการจัดกิจกรรมมากกว่าการบรรยาย ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนการสอนอย่างชัดเจน
7. ใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออกและความคิดเห็นที่ผู้เรียนนำเสนอ

ในการวิจัยนี้มีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบActive Learning (การเรียนเชิงรุก) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ คือ สภาพแวดล้อมทางบ้าน,คุณภาพและปริมาณการเรียน การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครู ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลต่อผล การเรียนรู้คณิตศาสตร์หรือไม่ เราจึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และวิธีการวิเคราะห์ ตัวแบบถดถอยของสมการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning โดยปัจจัยที่สนใจศึกษาประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครู โดยใช้ในการสร้างตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับใช้ทำนายปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning(การเรียนรู้เชิงรุก) ด้วย ตัวแบบการถดถอย OLS และ ตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ โดยขั้นตอนการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูล
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจาก

1. ศึกษาข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีการสอนของครูผู้สอนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning
2. ศึกษาหลักการเรียนเชิงรุกรูปแบบการจัดกิจกรรม ปัจจัยพื้นฐาน(Basic Element) กลวิธีในการเรียนการสอน(Learning Strategies) และทรัพยากรทางการสอน(Teaching Resources)
3. ศึกษาตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ชุดแบบทดสอบที่ใช้ประเมิน ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้เป็นผู้พัฒนาขึ้น นำมาจากคลังข้อสอบของโรงเรียนเพลินพัฒนา

2.1.2 แบบสอบถามการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบแบบสอบถามของนักเรียนในโรงเรียนเพลินพัฒนาระดับมัธยมต้น เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List)

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่บ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน จำนวน 1 ชุด โดยข้อคำถามแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนในระดับปฏิบัติเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

ระดับปฏิบัติมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 5

ระดับปฏิบัติมาก มีค่าเท่ากับ 4

ระดับปฏิบัติปานกลาง มีค่าเท่ากับ 3

ระดับปฏิบัติน้อย มีค่าเท่ากับ 2

ระดับปฏิบัติน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1

โดยแบบสอบถามประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 6 ด้าน จำนวน 32 ข้อ ดังนี้

- ด้านที่ 1 ด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน มีข้อคำถาม ทั้งหมด 8 ข้อ
- ด้านที่ 2 ด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ มีข้อคำถาม ทั้งหมด 5 ข้อ
- ด้านที่ 3 ด้านการใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน มีข้อคำถาม ทั้งหมด 6 ข้อ
- ด้านที่ 4 ด้านการใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน มีข้อคำถาม ทั้งหมด 5 ข้อ
- ด้านที่ 5 ด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต มีข้อคำถามทั้งหมด 4 ข้อ
- ด้านที่ 6 ด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน มีข้อคำถาม ทั้งหมด 4 ข้อ

2.2 การสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบสอบถามการศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. สร้างเครื่องมือแบบตรวจสอบรายการ (Check-List) และแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จากการวิเคราะห์เนื้อหา ทฤษฎีจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ
3. นำแบบสอบถามเดิมจากที่โรงเรียนมาปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในบางด้าน และศึกษางานวิจัยของ JoHn P. Thomas (2001) นำมาปัจจัยที่เกี่ยวข้องปรับใช้ในแบบสอบถาม จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำปรับปรุงแก้ไข
4. แก้ไข ปรับปรุงแบบสอบถาม เสนออาจารย์ที่ปรึกษาและครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และครูประจำฝ่ายวัดและประเมินผลของโรงเรียนเพื่อตรวจสอบและแก้ไข
5. นำแบบสอบถามการศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

- การตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อคำถาม โดยผ่านการวิเคราะห์และตรวจสอบจากครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และครูประจำฝ่ายวัดและประเมินผลของโรงเรียน และอาจารย์ที่ปรึกษา
- การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีหาค่าแอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ได้กับแบบสอบถามหรือข้อสอบถามประเภทอัตนัย ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาสามารถคำนวณโดยใช้สูตร

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

โดยที่ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา หรือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

S_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนข้อของแบบสอบถาม

การตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ $\alpha = 0.917$ แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง(คณะวิทยาศาสตร์ ม.ป.ป. : 408)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด ระยะเวลา 1 ปี ในปีการศึกษา 2549

3.2 นำแบบสอบถามไปใช้ โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเพลินพัฒนา ปีการศึกษา 2549 ซึ่งการเก็บแบบสอบถามใช้วิธีการแจกแบบสอบถามความคิดเห็นกับนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บแบบสอบถามพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแต่ละฉบับที่ได้รับกลับคืนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 10-14 มิถุนายน 2550

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและคำนวณค่าสถิติต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SPSS(V 11.01) ดังนี้

ขั้นที่ 1. วิเคราะห์เกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบ ของการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมในแต่ละข้อ และนำเสนอสถิติพื้นฐานของปัจจัยต่างๆ ด้วยค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์การถดถอยด้วยแบบ OLS

2.1) วิเคราะห์ปัจจัย สภาพแวดล้อมที่บ้าน (X_1) คุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน (X_3) การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน (X_4) ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในอนาคต (X_5) และรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน (X_6) ที่มีต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยตัวแบบOLS

2.2) ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบโดย

1. ตรวจสอบการแจกแจงของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot
2. ตรวจสอบข้อสมมติเกี่ยวกับการคงที่ของความแปรปรวน

3. ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน ด้วยตัวสถิติเตอร์
 บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Statistics)

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ

3.1) วิเคราะห์ปัจจัย สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ $R(X_1)$ คุณภาพ
 และปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้
 ลำดับ $R(X_3)$ การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_4)$ ความเห็นต่อประโยชน์
 ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ $R(X_5)$ และรูปแบบวิธีการสอนของ
 ครูผู้สอนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_6)$ ที่มีต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ $R(Y)$ โดยใช้การ
 วิเคราะห์การถดถอยด้วยตัวแบบพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression)

3.2) ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบโดย

1. ตรวจสอบการแจกแจงของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot
2. ตรวจสอบข้อสมมติเกี่ยวกับการคงที่ของความแปรปรวน
3. ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน ด้วยตัวสถิติเตอร์

บิน-วัตสัน (Durbin-Watson Statistics)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning ด้วยตัวแบบ OLS และ ตัวแบบ Multiple Rank Regression โดยขั้นตอนการวิจัยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

ปัจจัยที่สนใจศึกษาประกอบด้วยตัวแปรตาม (Y) คือ ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ ตัวแปรอิสระประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน (X_1) คุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X_3) การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X_4) ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X_5) และรูปแบบวิธีการสอนของครู (X_6)

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ OLS

ตารางที่ 1 : ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อวิชา

คณิตศาสตร์จำแนกตามระดับชั้นของนักเรียนมัธยมต้น

		ชั้นม.1		ชั้นม.2		ชั้นม.3		รวม	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	สภาพแวดล้อมทางบ้าน (X_1)								
1	นักเรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์สามารถปรึกษาผู้ปกครองได้	3.92	0.88	3.44	1.03	3.13	1.15	3.50	1.07
2	นักเรียนมีกิจกรรมคณิตศาสตร์ทำร่วมกับผู้ปกครองสม่ำเสมอ	2.67	0.96	2.81	0.91	2.04	0.86	2.47	0.96
3	นักเรียนได้รับการสนับสนุนให้เรียนเสริมในวันเสาร์ - อาทิตย์	3.54	1.10	3.06	1.12	2.75	1.48	3.13	1.29
4	นักเรียนได้รับแรงเสริม คำชมจากผู้ปกครองทุกครั้งที่ทำคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง	3.04	1.23	3.13	1.09	2.25	1.26	2.77	1.26
5	นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทักษะด้านคณิตศาสตร์	3.25	1.19	2.94	1.06	2.75	0.99	2.98	1.09
6	นักเรียนได้รับแรงจูงใจจากผู้ปกครองให้รักในวิชาคณิตศาสตร์	3.46	1.25	3.00	1.21	2.50	1.06	2.98	1.23
7	นักเรียนทำการบ้านเมื่อกลับถึงบ้านก่อนทำกิจกรรมอื่น	2.33	1.05	3.19	0.91	2.25	1.07	2.52	1.08
8	นักเรียนมีวารสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อยู่ประจำบ้าน	2.38	1.13	2.13	0.89	2.04	1.20	2.19	1.10
	รวม (X_1)	3.07	0.56	2.96	0.75	2.46	0.78	2.82	0.74
	คุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2)								
9	นักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว	2.88	1.08	2.88	1.09	2.63	0.92	2.78	1.02
10	นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดและค้นคว้าด้วยตนเองได้	2.92	1.10	3.13	1.09	3.17	0.92	3.06	1.02
11	นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านคณิตศาสตร์จากครูผู้สอน	3.13	0.99	3.00	0.89	3.29	0.81	3.16	0.89
12	นักเรียนมีความเข้าใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี	2.75	1.11	3.13	0.81	2.92	0.83	2.91	0.94
13	นักเรียนสนุกและรู้สึกท้าทายต่อการคิดโจทย์คณิตศาสตร์	2.42	1.10	3.25	1.24	3.00	1.10	2.84	1.17
	รวม (X_2)	2.82	0.82	3.08	0.81	3.00	0.75	2.95	0.79

ตารางที่ 1 (ต่อ)

	ชั้นม.1		ชั้นม.2		ชั้นม.3		รวม		
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
	การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X₃)								
14	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์	2.67	1.24	3.13	0.96	2.96	0.95	2.89	1.07
15	เพื่อน ๆ ของนักเรียน ชักชวนกันทำโจทย์คณิตศาสตร์	2.63	1.17	2.88	1.02	2.50	0.88	2.64	1.03
16	เพื่อน ๆ ของนักเรียนอ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำสม่ำเสมอ	2.25	0.94	2.50	0.97	1.79	0.66	2.14	0.89
17	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบเล่นเกมคณิตศาสตร์	2.63	1.21	3.06	1.00	2.83	1.20	2.81	1.15
18	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบทำบ้านวิชาคณิตศาสตร์ก่อนกิจกรรมอื่น	2.46	1.14	2.88	0.89	2.42	0.88	2.55	0.99
19	เพื่อน ๆ ของนักเรียนใช้เวลาว่างในการทบทวนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	2.25	0.99	2.56	0.96	2.25	0.68	2.33	0.87
	รวม (X₃)	2.48	0.87	2.83	0.84	2.46	0.59	2.56	0.78
	การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X₄)								
20	นักเรียนหมั่นทบทวนวิชาคณิตศาสตร์เป็นประจำ	2.25	0.85	2.63	1.02	2.29	0.86	2.36	0.90
21	นักเรียนเล่นเกมคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ เป็นประจำ	2.33	0.87	2.50	1.03	2.29	0.81	2.36	0.88
22	นักเรียนอ่านวารสารคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	2.04	0.95	2.44	1.03	1.83	0.82	2.06	0.94
23	นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณในช่วงว่าง	2.33	0.96	2.88	1.15	2.50	1.10	2.53	1.07
24	นักเรียนศึกษาคณิตศาสตร์และค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอ	2.58	1.02	2.81	1.05	2.58	0.93	2.64	0.98
	รวม (X₄)	2.31	0.62	2.65	0.84	2.30	0.71	2.39	0.72
	ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X₅)								
25	วิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบเพื่อศึกษาต่อ	4.29	1.00	4.00	1.03	3.92	0.97	4.08	1.00
26	วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน	4.17	0.82	3.75	1.24	3.71	1.00	3.89	1.01
27	วิชาคณิตศาสตร์ฝึกความรวดเร็วในการทำงานได้เป็นอย่างดี	3.46	1.32	3.81	1.11	3.42	1.02	3.53	1.15
28	วิชาคณิตศาสตร์ฝึกการทำงานอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอน	3.58	1.25	3.56	1.26	3.46	1.14	3.53	1.19
	รวม (X₅)	3.88	0.90	3.78	1.01	3.63	0.85	3.76	0.90
		ชั้นม.1		ชั้นม.2		ชั้นม.3		รวม	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน (X₆)								
29	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบActive Learning	2.93	0.79	2.73	0.66	3.11	0.46	2.95	0.65
29.1	กิจกรรมเกริ่นนำด้วยคำถามหรือเกมคณิตศาสตร์น่าสนใจ	3.13	1.03	2.63	0.81	3.29	0.75	3.06	0.91
29.2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ปฏิบัติเป็นกลุ่มเหมาะสมกับเวลา	3.08	1.02	2.81	0.75	3.13	0.61	3.03	0.82
29.3	กิจกรรมที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองเหมาะสมกับเวลา	3.00	1.14	2.75	0.58	2.92	0.65	2.91	0.85
29.4	กิจกรรมการสรุปการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเหมาะสม	3.25	1.03	2.88	0.72	3.00	0.66	3.06	0.83
29.5	เอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ	2.46	1.18	1.94	1.06	2.79	0.88	2.45	1.08
29.6	รูปแบบกิจกรรมการสอนแต่ละเนื้อหาที่เรียนแตกต่างกันน่าสนใจ	2.79	1.02	2.88	1.09	3.08	0.65	2.92	0.91
29.7	ครูใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา	2.83	0.87	3.25	0.77	3.58	0.65	3.22	0.83
30	ครูใช้แหล่งการเรียนรู้ในชุมชนในวิชาคณิตศาสตร์	2.96	0.86	2.69	0.95	3.08	0.72	2.94	0.83
31	ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตด้วยคณิตศาสตร์	3.29	0.86	3.25	0.86	3.42	0.65	3.33	0.78
32	ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	3.42	0.93	3.19	0.40	3.29	0.69	3.31	0.73
	รวม (X₆)	3.15	0.58	2.96	0.47	3.23	0.45	3.13	0.51
	ผลรวมของ (X₁) - (X₆) (X_{tot})	2.91	0.45	3.01	0.50	2.76	0.54	2.88	0.50

จากตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมต้นในแต่ละข้อ คือ

- ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์สามารถปรึกษาผู้ปกครองได้สูงสุด($\bar{x} = 3.92$, $s = 0.88$) และต่ำสุดคือ นักเรียนทำการบ้านเมื่อกลับถึงบ้านก่อนทำกิจกรรมอื่น ($\bar{x} = 2.33$, $s = 1.05$)

- ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์สามารถปรึกษาผู้ปกครองได้สูงสุด($\bar{x} = 3.44$, $s = 1.03$) และต่ำสุดคือนักเรียนมีวารสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อยู่ประจำบ้าน ($\bar{x} = 2.13$, $s = 0.89$)

- ด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์สามารถปรึกษาผู้ปกครองได้สูงสุด($\bar{x} = 3.44$, $s = 1.03$) และต่ำสุดคือนักเรียนมีกิจกรรมคณิตศาสตร์ทำร่วมกับผู้ปกครองสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.04$, $s = 0.86$) และนักเรียนมีวารสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อยู่ประจำบ้าน($\bar{x} = 2.04$, $s = 1.20$)

สรุปปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านของนักเรียนทุกระดับชั้น พบว่าผู้ปกครองให้ความร่วมมือและสนับสนุนต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนดี ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

- ด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่า นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านคณิตศาสตร์จากครูผู้สอนสูงสุด($\bar{x} = 3.13$, $s = 0.99$) และต่ำสุดคือนักเรียนสนุกและรู้สึกท้าทายต่อการคิดโจทย์คณิตศาสตร์($\bar{x} = 2.42$, $s = 1.10$)

- ด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่า นักเรียนสนุกและรู้สึกท้าทายต่อการคิดโจทย์คณิตศาสตร์สูงสุด($\bar{x} = 3.25$, $s = 1.24$) และต่ำสุดคือนักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว($\bar{x} = 2.88$, $s = 1.09$)

- ด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านคณิตศาสตร์จากครูผู้สอนสูงสุด($\bar{x} = 3.29$, $s = 0.81$) และต่ำสุดคือนักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว($\bar{x} = 2.88$, $s = 1.09$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่า เพื่อนๆของนักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด($\bar{x} = 2.67$, $s = 1.24$) และต่ำสุดคือเพื่อนๆ ของนักเรียนอ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.25$, $s = 0.94$) และเพื่อนๆ ของนักเรียนใช้เวลาว่างในการทบทวนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.25$, $s = 0.99$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่า เพื่อนๆของนักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด($\bar{x} = 3.13$, $s = 0.96$) และต่ำสุดคือ เพื่อนๆ ของนักเรียนอ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.50$, $s = 0.97$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า เพื่อนๆของนักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด($\bar{x} = 2.96$, $s = 0.95$) และต่ำสุดคือ เพื่อนๆ ของนักเรียนอ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำสม่ำเสมอ($\bar{x} = 1.79$, $s = 0.66$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่า นักเรียนศึกษาคณิตศาสตร์และค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอ($\bar{x} = 2.58$, $s = 1.02$) และต่ำสุดคือนักเรียนอ่านวารสารคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.04$, $s = 0.95$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่า นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณในช่วงว่างสูงสุด ($\bar{x} = 2.58$, $S = 1.02$) และต่ำสุดคือนักเรียนอ่านวารสารคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ($\bar{x} = 2.88$, $s = 1.15$)

- ด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า นักเรียนศึกษาคณิตศาสตร์และค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอสูงสุด($\bar{x} = 2.58$, $s = 0.93$) และต่ำสุดคือนักเรียนอ่านวารสารคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ($\bar{x} = 1.83$, $s = 0.82$)

- ด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่า นักเรียนให้ความเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบเพื่อศึกษาต่อสูงสุด($\bar{x} = 4.29$, $s = 1.00$) และต่ำสุดคือวิชาคณิตศาสตร์ฝึกความรวดเร็วในการทำงานได้เป็นอย่างดี($\bar{x} = 3.46$, $s = 1.32$)

- ด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่า นักเรียนให้ความเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบเพื่อศึกษาต่อสูงสุด($\bar{x} = 4.00$, $s = 1.03$) และต่ำสุดคือวิชาคณิตศาสตร์ฝึกการทำงานอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอน($\bar{x} = 3.56$, $s = 1.26$)

- ด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า นักเรียนให้ความเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบเพื่อศึกษาต่อสูงสุด($\bar{x} = 3.92$, $s = 0.97$) และต่ำสุดคือวิชาคณิตศาสตร์ฝึกความรวดเร็วในการทำงานได้เป็นอย่างดี($\bar{x} = 3.42$, $s = 1.02$)

- ด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 พบว่าครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงสุด($\bar{x} = 3.42$, $s = 0.93$) และต่ำสุดคือเอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ($\bar{x} = 2.46$, $s = 1.18$)
- ด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 พบว่าค่าสูงสุดคือครูใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา($\bar{x} = 3.25$, $s = 0.77$) และครูส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตด้วยคณิตศาสตร์($\bar{x} = 3.25$, $s = 0.86$) และต่ำสุดคือเอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ($\bar{x} = 1.94$, $s = 1.06$)
- ด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่าครูใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเหมาะสมกับเนื้อหาสูงสุด($\bar{x} = 3.58$, $s = 0.65$) และต่ำสุดคือเอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ($\bar{x} = 2.79$, $s = 0.88$)

ตารางที่ 2 : สถิติพื้นฐานของตัวแปรแต่ละตัว

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y)	53.00	93.00	71.0781	11.17438
สภาพแวดล้อมที่บ้าน (X ₁)			2.8164	0.74335
คุณภาพและปริมาณการเรียน (X ₂)			2.9500	0.78801
การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X ₃)			2.5599	0.77527
การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X ₄)			2.3906	0.71840
ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X ₅)			3.7578	0.90410
รูปแบบวิธีการสอนของครู (X ₆)			3.1323	0.50798

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจำนวนข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัว จากข้อมูลทั้งหมด 64 คน และคะแนนเต็มของผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 100 คะแนน พบว่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 53 คะแนน คะแนนสูงสุด เท่ากับ 93 คะแนน ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ เท่ากับ 71.0781 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.17438 นอกจากนี้พิจารณาตัวแปรอื่น พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือตัวแปรความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต เท่ากับ 3.7578 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.90410 รองลงมาคือค่าเฉลี่ยของตัวแปรรูปแบบวิธีการสอนของครู เท่ากับ 3.1323 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50798 และค่าเฉลี่ยของตัวแปรการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน เท่ากับ 2.5599 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77527

ตารางที่ 3 : สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้าน

	SUMSCORE	X1	X2	X3	X4	X5	X6
ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y)	1.000	.177	.572**	.016	.279*	.062	.282*
สภาพแวดล้อมที่บ้าน (X ₁)		1.000	.573**	.289*	.436**	.321**	.271*
คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X ₂)			1.000	.127	.571**	.346**	.572**
ใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X ₃)				1.000	.513**	-.052	-.021
ใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X ₄)					1.000	.279*	.391**
ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X ₅)						1.000	.349**
รูปแบบวิธีการสอนของครู (X ₆)							1.000

** : correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* : correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จากตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้าน พบว่าผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y) มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X₂) เท่ากับ 0.572 รองลงมาคือรูปแบบวิธีการสอนของครู (X₆) เท่ากับ 0.282 ใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X₄) เท่ากับ 0.279 นั่นคือคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ รูปแบบวิธีการสอนของครู และใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X₅) เท่ากับ 0.062 และใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X₃) เท่ากับ 0.016 นั่นคือความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน ไม่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4 : ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อตัวแปร Y

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
	0.614	0.377	0.312	9.27073	1.661
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2967.661	6	494.610	5.755 [*]	0.000
Residual	4898.948	57	85.946		
Total	7866.609	63			
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่ (Constant)	58.350	9.071		6.432 [*]	0.000
สภาพแวดล้อมทางบ้าน (X ₁)	-2.974	2.038	-0.198	-1.460	0.150
คุณภาพและปริมาณการเรียน (X ₂)	10.822	2.307	0.763	4.692 [*]	0.000
ใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X ₃)	-0.474	1.918	-0.033	-0.247	0.806
ใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X ₄)	0.056	2.430	0.004	0.023	0.982
ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X ₅)	-1.490	1.460	-0.121	-1.021	0.312
รูปแบบวิธีการสอนของครู (X ₆)	-1.322	2.922	-0.060	-0.453	0.653

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05)

จากตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อ คือ สภาพแวดล้อมทางบ้าน, คุณภาพและปริมาณการเรียน, เวลาในห้องเรียนของเพื่อน, เวลาในห้องเรียนของนักเรียน, ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตและรูปแบบวิธีการสอนของครู ซึ่งปัจจัยทั้งหมดรวมกันอธิบาย ความผันแปรของผลการเรียนรู้อัตโนมัติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมต้นได้ 31.2 % และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้อัตโนมัติมีเพียง คุณภาพและปริมาณการเรียนเท่านั้น (sig = 0.000 < 0.005) ซึ่งปัจจัยอื่นไม่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้อัตโนมัติ (sig = 0.005 > 0.000)

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ โดยให้ คุณภาพและปริมาณการเรียน เป็นปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้อัตโนมัติ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 : ผลการวิเคราะห์การถดถอยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวแปร Y

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
	0.572	0.327	0.316	9.24319	1.707
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2569.548	1	2569.548	30.076 [*]	0.000
Residual	5297.062	62	85.436		
Total	7866.609	63			
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่ (Constant)	47.170	4.510		10.459 [*]	0.000
คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X ₂)	8.105	1.478	0.572	5.484 [*]	0.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P < 0.05)

จากตารางที่ 5 พบว่าปัจจัยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ (X₂) ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.005 (sig = 0.000 < 0.005) โดย X₂ อธิบาย Y ได้เท่ากับ 32.7 % ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X₂ ที่วิเคราะห์ด้วยตัวแบบ OLS คือ

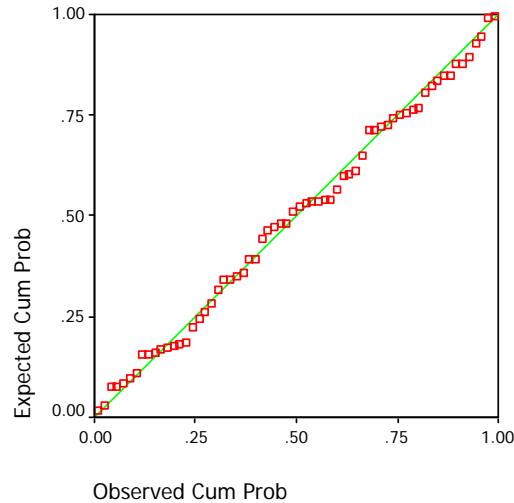
$$\hat{Y} = 47.170 + 8.105 (X_2)$$

การตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน

1. ตรวจสอบการแจกแจงของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot เป็นแผนภาพความน่าจะเป็นที่ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าสังเกต กับความน่าจะเป็นคาดหวังภายใต้การแจกแจงปกติ พิจารณาจากแผนภาพของส่วนเหลือแสดงในภาพที่ 1

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable : Y



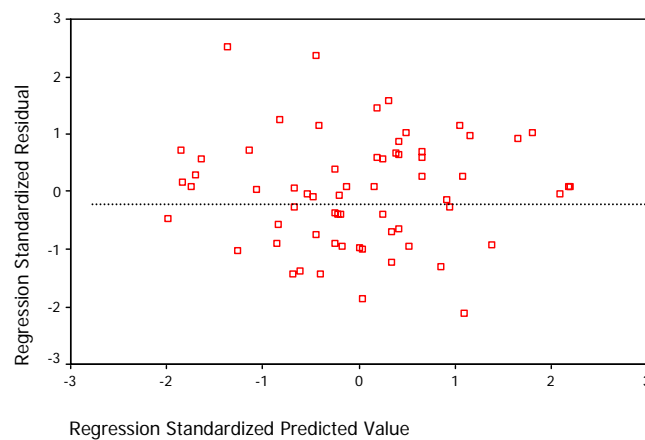
ภาพที่ 6 แผนภาพความน่าจะเป็นของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot ของ
ตัวแบบการถดถอยพหุคูณด้วยวิธี OLS

จากภาพที่ 6 พบว่า ค่าสังเกตของส่วนเหลืออยู่ใกล้เคียงกับเส้นทแยงมุม แสดงว่าส่วน
เหลือมีการแจกแจงแบบปกติ

2. ตรวจสอบข้อสมมติเกี่ยวกับการคงที่ของความแปรปรวน พิจารณาจากแผนภาพแสดง
ในภาพที่ 5

Scatterplot

Dependent Variable : Y



ภาพที่ 7 แผนภาพของส่วนเหลือกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ยของตัวแบบการถดถอยพหุคูณ
ด้วยวิธี OLS

จากภาพที่ 7 พบว่า กราฟที่ได้มีการกระจายในแนวขนานกับแกนรอบจุด 0 แบบ ลุ่ม แสดงว่าส่วนเหลือมีค่าความแปรปรวนคงที่

3. ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน

จากตารางที่ 5 ค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 1.707 (จากตาราง Durbin-Watson : $k=1$ และ $n = 64$) แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่ามากกว่าค่า d_L ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.474

ดังนั้นจากการตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน ϵ สรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ความแปรปรวนคงที่ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นตัวแบบ OLS สามารถนำไปใช้ได้โดยสมการที่ได้คือ

$$\hat{Y} = 47.170 + 8.105 R(X_2)$$

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Multiple Rank Regression

ตารางที่ 6 : สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้านที่ข้อมูลมีการแปลงแบบลำดับ (rank transformation)

	R(Y)	R(X1)	R(X2)	R(X3)	R(X4)	R(X5)	R(X6)
ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ R(Y)	1.000	.174	.581**	.013	.331**	.105	.261*
สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ R(X ₁)		1.000	.517**	.332**	.457**	.264*	.299*
คุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ R(X ₂)			1.000	.176	.630**	.374**	.540**
การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ R(X ₃)				1.000	.469**	.014	.129
การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ R(X ₄)					1.000	.211	.390**
ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ R(X ₅)						1.000	.314*
รูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ R(X ₆)							1.000

** : correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* : correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จากตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละด้าน พบว่าผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ R(Y) มีสหสัมพันธ์มากที่สุดกับคุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ (R(X₂)) คือ เท่ากับ 0.581 รองลงมาคือ การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่

ถูกให้ลำดับ ($R(X_4)$) เท่ากับ 0.331 รูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ ($R(X_6)$) เท่ากับ 0.261 นั่นคือคุณภาพและปริมาณการเรียนของผู้เรียนที่ถูกให้ลำดับ การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับและรูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับของนักเรียน นอกจากนี้การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ ($R(X_3)$) เท่ากับ 0.013 ไม่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ

ตารางที่ 7 : ผลการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ ที่ข้อมูลมีการแปลงแบบลำดับ (rank transformation) ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อตัวแปร Y

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
	0.613	0.376	0.311	15.44934	1.740
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	8205.125	6	1367.521	5.729*	0.000
Residual	13604.88	57	238.682		
Total	21810.00	63			
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่ (Constant)	20.488	5.695		3.597*	0.001
สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ $R(X_1)$	-0.141	0.129	-0.141	-1.093	0.279
คุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$	0.731	0.162	0.728	4.501*	0.000
การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_3)$	-0.066	0.124	-0.066	-0.531	0.598
การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_4)$	0.012	0.154	-0.12	0.079	0.937
ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ $R(X_5)$	-0.117	0.116	-0.116	-1.012	0.316
รูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ $R(X_6)$	-0.049	0.126	-0.049	-0.392	0.696

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 7 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อ คือ สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ คุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ และรูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ

ซึ่งปัจจัยทั้งหมดร่วมกันอธิบาย ความผันแปรของผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมต้นได้ร้อยละ 31.1 และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับมีเพียง คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับเท่านั้น ($\text{sig} = 0.000 < 0.005$) ซึ่งปัจจัยอื่นไม่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ

ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ โดยให้ คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ เป็นปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ $R(Y)$ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 : ผลการวิเคราะห์การถดถอยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่มีต่อตัวแปร Y

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
	0.581	0.337	0.327	15.26761	1.811
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	7357.802	1	7357.802	31.565 [*]	0.000
Residual	14452.20	62	233.100		
Total	21810.00	63			
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่ (Constant)	13.541	3.877		3.493 [*]	0.001
คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$	0.583	0.104	0.581	5.618 [*]	0.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 8 พบว่าปัจจัยคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ $R(Y)$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.005 ($\text{sig} = 0.000 < 0.005$) โดย $R(X_2)$ อธิบาย $R(Y)$ ได้เท่ากับร้อยละ 33.7 ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร $R(Y)$ และ $R(X_2)$ ที่วิเคราะห์ด้วยตัวแบบ Multiple Rank Regression

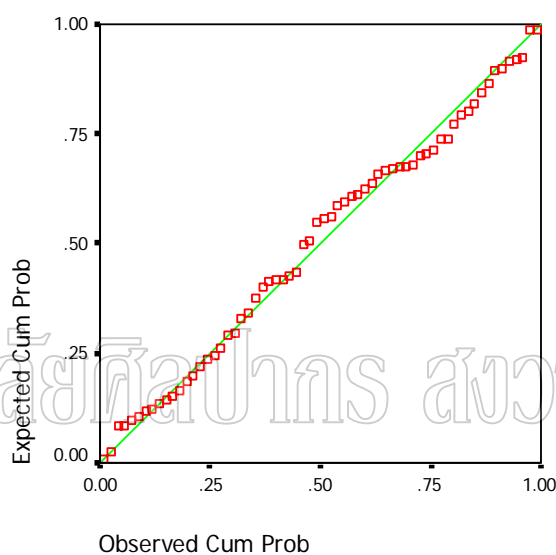
$$\hat{R}(Y) = 13.541 + 0.583 (R(X_2))$$

การตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน

1. ตรวจสอบการแจกแจงของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot เป็นแผนภาพความน่าจะเป็นที่ข้อมูลมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าสังเกต กับความน่าจะเป็นคาดหวังภายใต้การแจกแจงปกติ พิจารณาจากแผนภาพของส่วนเหลือแสดงในภาพที่ (3)

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

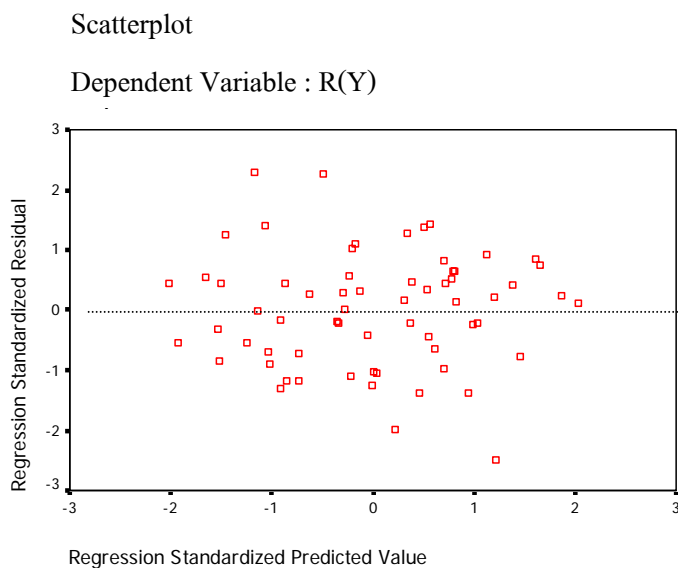
Dependent Variable : R(Y)



ภาพที่ 8 แผนภาพความน่าจะเป็นของส่วนเหลือ โดย P-P Normal probability plot ของ
ตัวแบบการถดถอยพหุคูณด้วยวิธี Multiple Rank Regression

จากภาพที่ 8 พบว่า ค่าสังเกตของส่วนเหลืออยู่ใกล้เคียงกับเส้นทแยงมุม แสดงว่าส่วนเหลือมีการแจกแจงแบบปกติ

2. ตรวจสอบข้อสมมติเกี่ยวกับการคงที่ของความแปรปรวน พิจารณาจากแผนภาพแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 9 แผนภาพของส่วนเหลือกับค่าคาดคะเนค่าเฉลี่ย $R(X_2)$ ของตัวแบบการถดถอยพหุคูณด้วยวิธี Multiple Rank Regression

จากภาพที่ 9 พบว่า ซึ่งแกนตั้งแสดงค่าส่วนเหลือมาตรฐาน และแกนนอนแสดงค่าพยากรณ์ ลักษณะของรูปภาพที่ 9 ที่ได้มีการกระจายในแนวขนานกับแกนนอนแบบสุ่ม แสดงว่าส่วนเหลือความแปรปรวนคงที่

3. ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน

จากตารางที่ 8 ค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 1.811 (จากตาราง Durbin-Watson : $k=1$ และ $n=64$) แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่ามากกว่าค่า d_L ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.474

ดังนั้นจากการตรวจสอบข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน ϵ สรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ความแปรปรวนคงที่ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นตัวแบบพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression) สามารถนำไปใช้ได้โดยสมการที่ได้คือ

$$\hat{R}(Y) = 13.541 + 0.583 (R(X_2))$$

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยแบบ OLS และตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression) โดยใช้ตัวแบบทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบ Active Learning (การเรียนรู้เชิงรุก) ซึ่งปัจจัยที่สนใจศึกษาประกอบด้วย สภาพแวดล้อมทางบ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียน การใช้เวลาในห้องเรียนของกลุ่มเพื่อน การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครู โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเพลินพัฒนา ปี 2549 จำนวน 64 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสอบถามแบบ Rating Scale 5 ระดับ จำนวน 32 ข้อ

สรุปผลการวิจัย

1) ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยด้วยวิธีแบบ OLS พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คือคุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) ดังสมการตัวแบบคือ

$$\hat{Y} = 47.170 + 8.105 (X_2) , R^2 = 32.7 \%$$

2) ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีแบบ Multiple Rank Regression พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ คือคุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ ดังสมการตัวแบบคือ

$$R(\hat{Y}) = 13.541 + 0.583 R(X_2) , R^2 = 33.7 \%$$

ดังนั้นจากการศึกษาตัวแบบทั้งสอง พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์คือ คุณภาพและปริมาณการเรียน สรุปได้ว่าตัวแบบทั้งสองให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหมือนกัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบ Active Learning ในการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบการถดถอยแบบ OLS และทำการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ (Multiple Rank Regression) พบว่าให้ผลเหมือนกันคือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คือ คุณภาพและปริมาณการเรียน เนื่องจากพบว่าข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิจัย มีการแจกแจงแบบปกติ และไม่มีค่าผิดปกติรวมอยู่ด้วย ทำให้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแบบทั้งสองให้ผลเหมือนกัน ดังนั้นการวิเคราะห์การถดถอยด้วยตัวแบบ OLS น่าจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพราะใช้ข้อมูลจริง โดยไม่ต้องแปลงข้อมูล และข้อสมมติของตัวแบบ OLS เป็นจริง

นอกจากนี้ในการศึกษาตัวแบบ OLS พบว่าในการพิจารณาปัจจัยด้านต่างๆ ซึ่งปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) ถูกเลือกเข้าสมการเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y) มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) แต่ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (Y) ไม่มีสหสัมพันธ์กับปัจจัยด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน (X_3) และปัจจัยด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต (X_5) และเมื่อพิจารณาที่ปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) พบว่าปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียน (X_2) มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางบ้าน (X_1) รองลงมาคือปัจจัยด้านรูปแบบวิธีการสอนของครู (X_6) และปัจจัยด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน (X_4)

จากความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ และผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนสามารถแทนปัจจัยด้าน (X_1), (X_6) และ (X_4) ได้ และมีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการ

และในการศึกษาตัวแบบ Multiple Rank Regression พบว่าในการพิจารณาปัจจัยด้านต่างๆ ซึ่งปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ R (X_2) ถูกเลือกเข้าสมการเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ R (Y) มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ R (X_2) แต่ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ R (Y) ไม่มีสหสัมพันธ์กับปัจจัยด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ R (X_3) และปัจจัยด้านความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ R (X_5) และเมื่อ

พิจารณาที่ปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ พบว่าปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ $R(X_2)$ มีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ $R(X_1)$ รองลงมาคือปัจจัยด้านรูปแบบวิธีการสอนของครูที่ถูกให้ลำดับ $R(X_6)$ และปัจจัยด้านการใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ $R(X_4)$

จากความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆและผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับ สามารถแทนปัจจัยด้าน $R(X_1)$, $R(X_6)$ และ $R(X_4)$ ได้ และมีสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกให้ลำดับ ทำให้ปัจจัยด้านคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ที่ถูกให้ลำดับเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

จากงานวิจัยสามารถอธิบายได้ว่า วิธีในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบ Active Learning พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ คือคุณภาพและปริมาณการเรียนรู้ แต่รูปแบบของกิจกรรมที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนมีกิจกรรมหลายรูปแบบ ที่ใช้ในการเรียนการสอน ที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และต่อยอดความรู้ที่ได้รับมาได้ด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการและกิจกรรมที่หลากหลาย อาจส่งผลต่อความเข้าใจและความชำนาญในการแก้และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และนอกจากนี้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินตนเองได้ดี แต่ทัศนคติที่นักเรียนประเมินเพื่อนอยู่ในระดับที่น้อย ซึ่งงานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการศึกษาในกรณีที่กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายกิจกรรมรูปแบบใดบ้าง ที่ส่งผลต่อความเข้าใจและความชำนาญในการแก้และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของรูปแบบการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนในรูปแบบ Active Learning

ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิเคราะห์การถดถอยด้วยตัวแบบ OLS และ ตัวแบบพหุคูณแบบลำดับ(Multiple Rank Regression) ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แต่ไม่เน้นการศึกษาที่รูปแบบการจัดกิจกรรม อาจทำการศึกษาปัจจัยในการจัดกิจกรรมของรูปแบบ Active Learning ที่ส่งผลต่อความเข้าใจและความชำนาญในการแก้และวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. อาจทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การสอนด้วยวิธี Story Line ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ โดยใช้ตัวแบบ OLS และตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ

3. อาจทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างตัวแบบ OLS และตัวแบบการถดถอยพหุคูณแบบลำดับ ที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ตัวแบบ และการแปลงข้อมูลกรณีที่ขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ:สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- _____. สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548
- คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาคณิตศาสตร์. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS. พระราชวังสนามจันทร์ : มหาวิทยาลัยศิลปากร, ม.ป.ป.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. “Active learning (การเรียนรู้เชิงรุก)” เอกสารประกอบการเสวนางานเวที เพลินพัฒนาวิชาการ ครั้งที่ 1, 2549. (อัดสำเนา)
- นิรัช สุตสังข์. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.” วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม. ปีที่ 4, ฉบับที่ 2 (เมษายน – กันยายน 2548) : 12 – 20.
- เพ็ญพร สิงห์ไรสง. “ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.
- วราภรณ์ บุญไพศาลเจริญ. “วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเมื่อเกิดพหุสัมพันธ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- สุดา ตระการเถลิงศักดิ์. การวิเคราะห์การถดถอย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2531.
- อุทัย คุลยเกษม. “Active Learning คืออะไรกันแน่.” เอกสารประกอบการเสวนางานเวที เพลินพัฒนาวิชาการ ครั้งที่ 1, 2549. (อัดสำเนา)

ภาษาต่างประเทศ

Chatterjee, S. and Hadi, A.S. “Regression Analysis by Example.” 4th New York : John Wiley & Sons, Inc., 2006

Cook, R. D. Hawkins, D. M. and Weisberg, S. “Comparison of Model Misspecification Diagnostics Using Residuals From Least Mean of Squares and Least Median of Squares Fits.” Journal of the American Statistical Association June., 1992) : 419-424.

Headrick, T.C. and Rotou, O. “An investigation of the rank transformation in multiple regression.” Computational Statistics & Data Analysis 38, 2001 : 203-215

Iman, R. L. and Conover, W.J. “ The Use of the Rank Transform in Regression.” Technometrics (November., 1979) : 499-509

McKean, J.W. and Hettmansperger, T.P. “A Robust Analysis of the General Linear Models Based on One Step R – estimates.” Biometrika 65, 3 (1978) : 571-579

Thomas, J.P. “Influences on Mathematics Learning and Attitudes Among African American High School Students.” Journal of Negro Education, Vol. 69, No.3, 2000 : 165-183

Timothy, P.C. Epley, D. R. and Larry, G. P. “The Use of Rank Transformation and Multiple Regression Analysis in Estimating Residential Property Values with A Small Sample.” The Journal of Real Estate Research Vol. 1, No. 1, 1986

ภาคผนวก ก

ข้อมูลปัจจัยแต่ละด้านสำหรับการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ OLS

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
ลำดับที่	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
1	2.75	2.40	1.00	5.00	2.29	2.75
2	2.00	1.40	1.00	2.75	3.00	2.00
3	3.50	1.80	3.00	3.75	2.36	3.50
4	3.75	3.40	2.17	3.50	2.96	3.75
5	2.88	3.00	1.33	5.00	3.75	2.88
6	3.00	2.80	3.50	3.00	3.18	3.00
7	3.13	3.60	2.83	5.00	2.89	3.13
8	4.63	5.00	1.17	5.00	4.04	4.63
9	3.63	2.40	1.33	3.25	3.32	3.63
10	2.50	2.40	3.00	3.50	3.00	2.50
11	3.25	2.80	2.83	3.00	3.00	3.25
12	3.00	3.00	2.00	3.00	2.89	3.00
13	3.75	3.60	3.00	4.00	3.21	3.75
14	2.75	2.40	3.17	3.00	3.00	2.75
15	2.75	2.40	3.50	5.00	3.61	2.75
16	2.38	2.60	1.50	2.75	3.39	2.38
17	3.25	3.40	3.33	4.25	4.04	3.25
18	2.50	1.60	4.00	3.00	1.64	2.50
19	2.63	2.40	2.00	2.75	2.75	2.63
20	3.13	2.20	2.83	5.00	3.64	3.13
21	3.00	3.00	2.50	3.75	2.96	3.00
22	2.63	2.20	3.17	3.75	3.11	2.63
23	3.63	3.80	2.67	5.00	3.43	3.63
24	3.38	4.00	2.67	5.00	4.14	3.38
25	4.00	4.00	4.00	3.50	3.29	4.00
26	1.75	1.60	2.33	5.00	2.75	1.75
27	3.50	3.00	3.00	5.00	2.89	3.50
28	2.25	2.40	2.00	3.75	2.86	2.25

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
ลำดับที่	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
29	2.25	3.00	3.67	3.50	3.00	2.25
30	3.00	2.80	4.17	1.25	1.71	3.00
31	2.00	1.60	1.17	5.00	2.54	2.00
32	2.63	2.80	2.67	3.00	2.96	2.63
33	4.13	4.00	3.67	3.75	3.68	4.13
34	3.13	3.60	3.50	3.25	3.57	3.13
35	2.88	3.00	2.83	3.25	2.89	2.88
36	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
37	4.38	4.60	1.67	4.75	2.96	4.38
38	2.88	3.80	2.83	4.00	3.64	2.88
39	3.13	3.20	2.67	3.50	3.04	3.13
40	2.75	4.40	2.17	3.75	3.93	2.75
41	1.63	3.20	2.67	3.00	3.00	1.63
42	1.88	4.20	1.83	4.50	3.54	1.88
43	2.38	2.20	2.67	3.25	2.86	2.38
44	2.75	2.80	2.17	3.00	3.00	2.75
45	2.75	4.00	2.33	4.50	4.00	2.75
46	3.13	3.00	2.67	4.00	3.57	3.13
47	2.13	2.60	2.00	3.75	3.11	2.13
48	3.75	3.00	3.33	3.50	3.64	3.75
49	3.25	3.40	2.83	4.00	3.32	3.25
50	1.25	2.00	1.50	2.75	2.43	1.25
51	2.75	2.60	3.50	4.00	3.25	2.75
52	1.50	2.00	2.17	3.00	3.54	1.50
53	1.25	1.40	2.17	2.50	2.57	1.25
54	2.50	4.00	2.50	4.25	3.39	2.50
55	2.63	2.80	2.33	3.75	3.32	2.63
56	2.63	2.40	2.17	4.00	2.11	2.63

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
ลำดับที่	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
57	2.38	3.20	3.33	4.00	3.07	2.38
58	4.38	3.80	3.33	4.75	3.04	4.38
59	2.50	3.40	3.00	4.25	3.36	2.50
60	2.88	3.40	2.83	5.00	3.57	2.88
61	1.13	2.80	1.17	1.75	2.96	1.13
62	2.88	2.40	1.83	1.75	3.29	2.88
63	2.13	3.00	2.50	4.00	3.57	2.13
64	2.38	3.20	3.33	4.00	3.07	2.38

ข้อมูลปัจจัยแต่ละด้านสำหรับการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ **Multiple Rank Regression**

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
ลำดับที่	$R(X_1)$	$R(X_2)$	$R(X_3)$	$R(X_4)$	$R(X_5)$	$R(X_6)$
1	30.00	16.00	1.50	3.00	58.00	4.00
2	8.50	1.50	1.50	3.00	6.50	26.50
3	53.50	6.00	46.50	24.00	32.50	5.00
4	58.00	47.00	20.00	24.00	25.50	20.00
5	36.00	36.50	6.50	36.00	58.00	59.00
6	41.00	27.50	57.50	58.50	13.50	36.00
7	46.00	51.00	40.00	44.50	58.00	15.50
8	64.00	64.00	4.00	10.50	58.00	62.50
9	55.50	16.00	6.50	7.00	20.50	42.00
10	19.00	16.00	46.50	30.50	25.50	26.50
11	50.00	27.50	40.00	53.00	13.50	26.50
12	41.00	36.50	14.50	44.50	13.50	15.50
13	58.00	51.00	46.50	53.00	40.50	37.00

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
	$R(X_1)$	$R(X_2)$	$R(X_3)$	$R(X_4)$	$R(X_5)$	$R(X_6)$
14	30.00	16.00	50.50	24.00	13.50	26.50
15	30.00	16.00	57.50	36.00	58.00	54.00
16	15.00	22.00	8.50	12.50	6.50	45.50
17	50.00	47.00	53.50	53.00	46.00	62.50
18	19.00	4.00	62.50	24.00	13.50	1.00
19	24.00	16.00	14.50	30.50	6.50	10.50
20	46.00	10.00	40.00	36.00	58.00	56.00
21	41.00	36.50	28.00	24.00	32.50	20.00
22	24.00	10.00	50.50	16.50	32.50	34.50
23	55.50	54.00	33.00	44.50	58.00	47.00
24	52.00	58.00	33.00	36.00	58.00	64.00
25	60.00	58.00	62.50	64.00	25.50	39.50
26	6.00	4.00	25.00	3.00	58.00	10.50
27	53.50	36.50	46.50	24.00	58.00	15.50
28	12.50	16.00	14.50	24.00	32.50	12.50
29	19.00	27.50	20.00	36.00	58.00	9.00
30	12.50	36.50	60.50	58.50	25.50	26.50
31	41.00	27.50	64.00	7.00	1.00	2.00
32	8.50	4.00	4.00	10.50	58.00	7.00
33	24.00	27.50	33.00	36.00	13.50	20.00
34	61.00	58.00	60.50	58.50	32.50	58.00
35	46.00	51.00	57.50	58.50	20.50	51.50
36	36.00	36.50	40.00	44.50	20.50	15.50
37	41.00	36.50	46.50	53.00	13.50	26.50
38	62.50	63.00	10.00	53.00	50.50	20.00
39	36.00	54.00	40.00	53.00	40.50	56.00
40	46.00	43.00	33.00	61.00	25.50	31.50
41	30.00	62.00	20.00	30.50	32.50	60.00

ตัวอย่าง	ปัจจัยแต่ละด้าน					
	$R(X_1)$	$R(X_2)$	$R(X_3)$	$R(X_4)$	$R(X_5)$	$R(X_6)$
42	5.00	43.00	33.00	16.50	13.50	26.50
43	7.00	61.00	11.50	36.00	48.50	48.50
44	15.00	10.00	33.00	16.50	20.50	12.50
45	30.00	27.50	20.00	30.50	13.50	26.50
46	30.00	58.00	25.00	62.50	48.50	61.00
47	46.00	36.50	33.00	53.00	40.50	51.50
48	10.50	22.00	14.50	44.50	32.50	34.50
49	58.00	36.50	53.50	44.50	25.50	56.00
50	50.00	47.00	40.00	44.50	40.50	42.00
51	2.50	7.50	8.50	7.00	6.50	6.00
52	30.00	22.00	57.50	12.50	40.50	38.00
53	4.00	7.50	20.00	16.50	13.50	48.50
54	2.50	1.50	20.00	9.00	4.00	8.00
55	19.00	58.00	28.00	62.50	46.00	45.50
56	24.00	27.50	25.00	24.00	32.50	42.00
57	24.00	16.00	20.00	16.50	40.50	3.00
58	15.00	43.00	53.50	44.50	40.50	33.00
59	62.50	54.00	53.50	44.50	50.50	31.50
60	19.00	47.00	46.50	24.00	46.00	44.00
61	36.00	47.00	40.00	44.50	58.00	51.50
62	1.00	27.50	4.00	3.00	2.50	20.00
63	36.00	16.00	11.50	3.00	2.50	39.50
64	10.50	36.50	28.00	16.50	40.50	51.50

X_1 : สภาพแวดล้อมทางบ้าน และ $R(X_1)$: สภาพแวดล้อมทางบ้านที่ถูกให้ลำดับ

X_2 : คุณภาพและปริมาณการเรียน และ $R(X_2)$: คุณภาพและปริมาณการเรียนที่ถูกให้ลำดับ

X_3 : การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อน และ $R(X_3)$: การใช้เวลานอกห้องเรียนของเพื่อนที่ถูกให้ลำดับ

X_4 : การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียน และ $R(X_4)$: การใช้เวลานอกห้องเรียนของนักเรียนที่ถูกให้ลำดับ

X_5 : ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต และ $R(X_5)$: ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคตที่ถูกให้ลำดับ

X_6 : รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน และ $R(X_6)$: รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอนที่ถูกให้ลำดับ

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 11.00

Output OLS

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SUMSCORE	64	53.00	93.00	71.0781	11.17438
Valid N (listwise)	64				

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X6, X3, X5, X1 ^a , X4, X2	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: SUMSCORE

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.614 ^a	.377	.312	9.27073	1.661

a. Predictors: (Constant), X6, X3, X5, X1, X4, X2

b. Dependent Variable: SUMSCORE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2967.661	6	494.610	5.755	.000 ^a
	Residual	4898.948	57	85.946		
	Total	7866.609	63			

a. Predictors: (Constant), X6, X3, X5, X1, X4, X2

b. Dependent Variable: SUMSCORE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	58.350	9.071		6.432	.000
	X1	-2.974	2.038	-.198	-1.460	.150
	X2	10.822	2.307	.763	4.692	.000
	X3	-.474	1.918	-.033	-.247	.806
	X4	.056	2.430	.004	.023	.982
	X5	-1.490	1.460	-.121	-1.021	.312
	X6	-1.322	2.922	-.060	-.453	.653

a. Dependent Variable: SUMSCORE

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	57.4165	86.1226	71.0781	6.86336	64
Residual	-19.5590	23.2906	.0000	8.81822	64
Std. Predicted Value	-1.991	2.192	.000	1.000	64
Std. Residual	-2.110	2.512	.000	.951	64

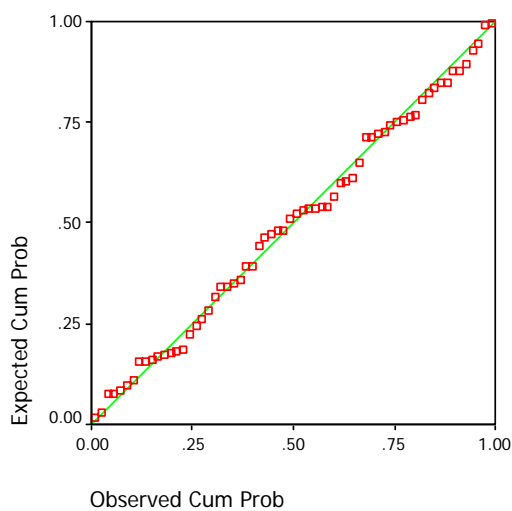
a. Dependent Variable: SUMSCORE

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Charts

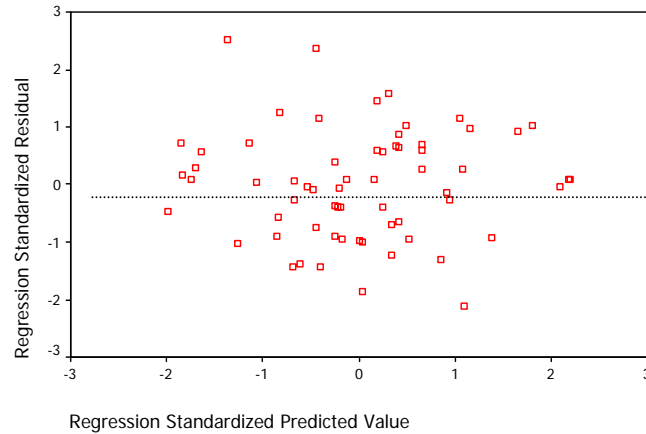
Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable : Y



Scatterplot

Dependent Variable : Y



Output Multiple Rank Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	RANK of X6, RANK of X3, RANK of X5, RANK of X1, RANK of X4, RANK of X2	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.613 ^a	.376	.311	15.44934	1.740

a. Predictors: (Constant), RANK of X6, RANK of X3, RANK of X5, RANK of X1, RANK of X4, RANK of X2

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8205.125	6	1367.521	5.729	.000 ^a
	Residual	13604.88	57	238.682		
	Total	21810.00	63			

a. Predictors: (Constant), RANK of X6, RANK of X3, RANK of X5, RANK of X1, RANK of X4, RANK of X2

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20.488	5.695		3.597	.001
	RANK of X1	-.141	.129	-.141	-1.093	.279
	RANK of X2	.731	.162	.728	4.501	.000
	RANK of X3	-.066	.124	-.066	-.531	.598
	RANK of X4	.012	.154	.012	.079	.937
	RANK of X5	-.117	.116	-.116	-1.012	.316
	RANK of X6	-.049	.126	-.049	-.392	.696

a. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Residuals Statistics^a

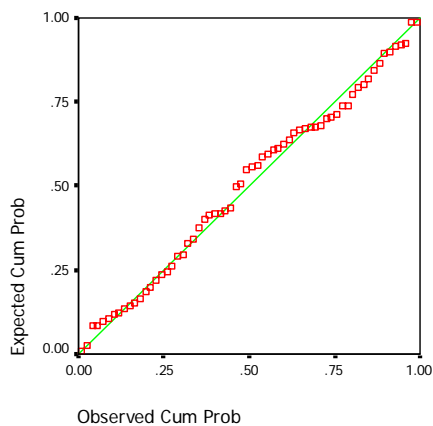
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	9.5535	55.6719	32.5000	11.41228	64
Residual	-38.3414	35.3391	.0000	14.69525	64
Std. Predicted Value	-2.011	2.030	.000	1.000	64
Std. Residual	-2.482	2.287	.000	.951	64

a. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Charts

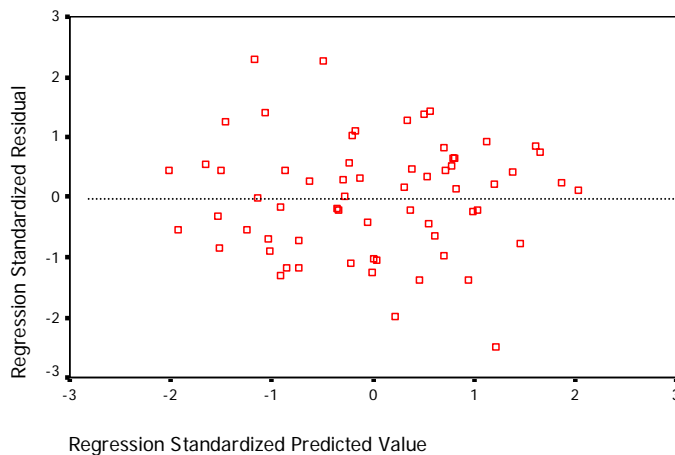
Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable : R(Y)



Scatterplot

Dependent Variable : R(Y)



Output กรณีที่ตัวแปร X2 ถูกเลือกเข้าสมการด้วย OLS และ Multiple Rank Regression

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.572 ^a	.327	.316	9.24319	1.707

a. Predictors: (Constant), X2

b. Dependent Variable: SUMSCORE

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X2 ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: SUMSCORE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2569.548	1	2569.548	30.076	.000 ^a
	Residual	5297.062	62	85.436		
	Total	7866.609	63			

a. Predictors: (Constant), X2

b. Dependent Variable: SUMSCORE

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	47.170	4.510		10.459	.000
	X2	8.105	1.478	.572	5.484	.000

a. Dependent Variable: SUMSCORE

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	58.5161	87.6925	71.0781	6.38643	64
Residual	-17.4834	26.4839	.0000	9.16953	64
Std. Predicted Value	-1.967	2.602	.000	1.000	64
Std. Residual	-1.891	2.865	.000	.992	64

a. Dependent Variable: SUMSCORE

Residuals Statistics^a

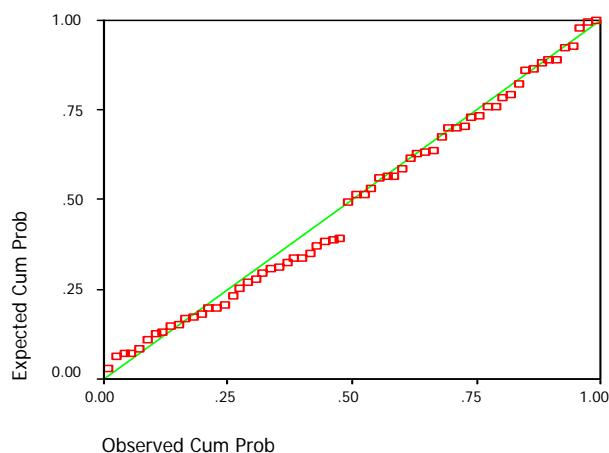
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	58.5161	87.6925	71.0781	6.38643	64
Residual	-17.4834	26.4839	.0000	9.16953	64
Std. Predicted Value	-1.967	2.602	.000	1.000	64
Std. Residual	-1.891	2.865	.000	.992	64

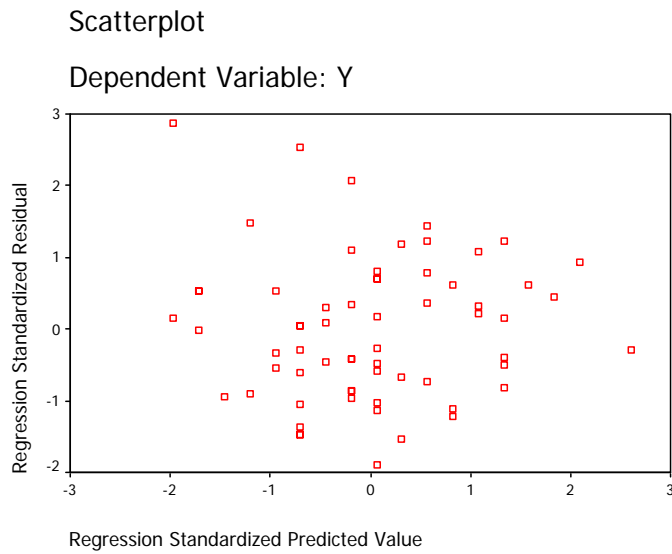
a. Dependent Variable: SUMSCORE

Charts

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual

Dependent Variable: Y





Multiple Rank Regression

Variables Entered/Removed(b)

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	RANK of X2(a)	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.581 ^a	.337	.327	15.26761	1.811

a. Predictors: (Constant), RANK of X2

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7357.802	1	7357.802	31.565	.000 ^a
	Residual	14452.20	62	233.100		
	Total	21810.00	63			

a. Predictors: (Constant), RANK of X2

b. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	13.541	3.877		3.493	.001
RANK of X2	.583	.104	.581	5.618	.000

a. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

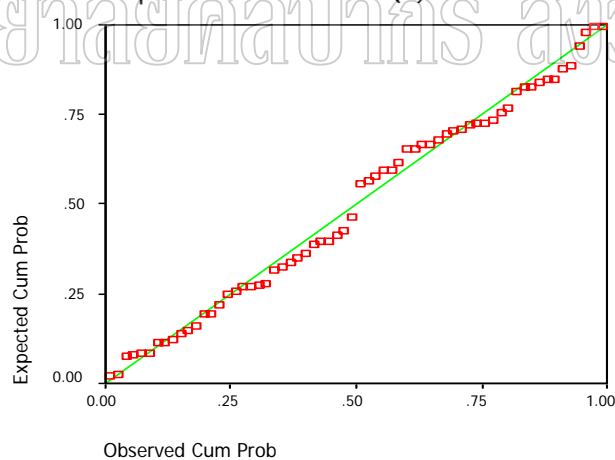
Residuals Statistics^a

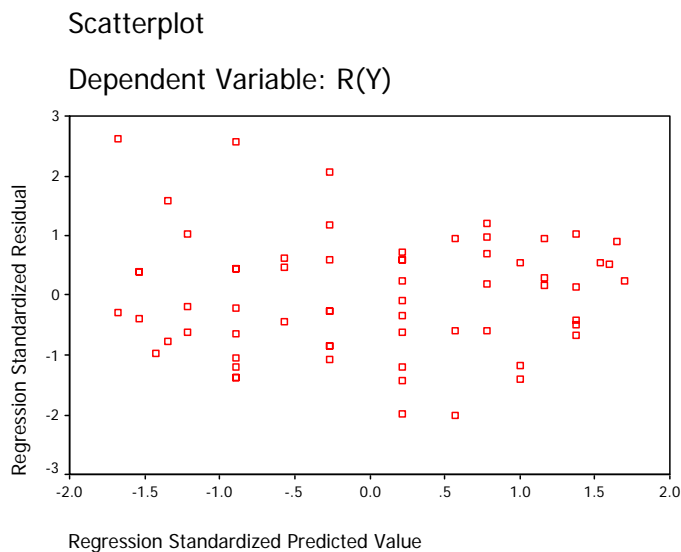
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	14.4165	50.8752	32.5000	10.80697	64
Residual	-30.6251	40.0835	.0000	15.14596	64
Std. Predicted Value	-1.673	1.700	.000	1.000	64
Std. Residual	-2.006	2.625	.000	.992	64

a. Dependent Variable: RANK of SUMSCORE

Charts**Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual**

Dependent Variable: R(Y)





ผลลัพธ์การตรวจความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

N of Cases = 64.0

Item Means	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
	2.8926	2.0625	4.0781	2.0156	1.9773	.2074

Item Variances	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
	.9943	.4264	1.6667	1.2402	3.9083	.0864

Inter-item Covariances	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
	.2196	-.2929	1.0784	1.3713	-3.6816	.0341

Inter-item Correlations	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
	.2295	-.2843	.8541	1.1384	-3.0041	.0360

Reliability Coefficients 39 items

Alpha = .9170 Standardized item alpha = .9208

ภาคผนวก ค

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

การศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
2. ผู้ตอบแบบสอบถามชุดนี้คือ นักเรียนในโรงเรียนเพลินพัฒนาในระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2549
3. แบบสอบถามการศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา มี 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพผู้ตอบแบบสอบถามของนักเรียนในโรงเรียนเพลินพัฒนาในระดับมัธยมศึกษา เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List)
 - ตอนที่ 2 แบบสอบถามความปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางบ้าน คุณภาพและปริมาณการเรียน การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในอนาคต และรูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)
 - 5 ระดับ
 - ระดับปฏิบัติ 5 มีค่ามากที่สุด
 - ระดับปฏิบัติ 4 มีค่ามาก
 - ระดับปฏิบัติ 3 มีค่าปานกลาง
 - ระดับปฏิบัติ 2 มีค่าน้อย
 - ระดับปฏิบัติ 1 มีค่าน้อยที่สุด
4. แบบสำรวจนี้ใช้เฉพาะการวิจัยเท่านั้น คำตอบของท่านไม่มีผลกระทบต่อระดับคะแนนของนักเรียน
5. ข้อมูลที่ได้จากท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงขอความกรุณาตอบแบบสำรวจให้ครบทุกข้อ

No.....

แบบสอบถาม

เรื่อง การศึกษาปัจจัยที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตอนที่ 1 สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าข้อความหรือเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ

() ชาย

() หญิง

2. ปัจจุบันนักเรียนอายุ.....ปี(บริบูรณ์)

3. ระดับการศึกษา

() ม.1

() ม.2

() ม.3

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องซึ่งตรงกับความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับระดับการปฏิบัติ

ข้อที่	หัวข้อ	ระดับการปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	สภาพแวดล้อมที่บ้าน					
1.	นักเรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์สามารถปรึกษาผู้ปกครองได้					
2.	นักเรียนมีกิจกรรมคณิตศาสตร์ทำร่วมกับผู้ปกครองสม่ำเสมอ					
3.	นักเรียนได้รับการสนับสนุนให้เรียนเสริมในวันเสาร์ - อาทิตย์					
4.	นักเรียนได้รับแรงเสริม คำชมจากผู้ปกครองทุกครั้งที่ทำคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง					

5.	นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทักษะด้านคณิตศาสตร์					
6.	นักเรียนได้รับแรงจูงใจจากผู้ปกครองให้รักในวิชาคณิตศาสตร์					
7.	นักเรียนทำการบ้านเมื่อกลับถึงบ้านก่อนทำกิจกรรมอื่น					
8.	นักเรียนมีวารสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อยู่ประจำบ้าน					
	คุณภาพและปริมาณการเรียนรู้					
9.	นักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว					
10.	นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดและค้นคว้าด้วยตนเองได้					
11.	นักเรียนได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านคณิตศาสตร์จากครูผู้สอน					
12.	นักเรียนมีความเข้าใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี					
13.	นักเรียนสนุกและรู้สึกท้าทายต่อการคิดโจทย์คณิตศาสตร์					
	การใช้เวลาในห้องเรียนของเพื่อน					
14.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
15.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชักชวนกันทำโจทย์คณิตศาสตร์					
16.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนอ่านหนังสือหรือวารสารคณิตศาสตร์เป็นประจำสม่ำเสมอ					
17.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบเล่นเกมคณิตศาสตร์					
18.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ก่อนกิจกรรมอื่น					
19.	เพื่อน ๆ ของนักเรียนใช้เวลาว่างในการทบทวนคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ					
	การใช้เวลาในห้องเรียนของนักเรียน					
20.	นักเรียนหมั่นทบทวนวิชาคณิตศาสตร์เป็นประจำ					
21.	นักเรียนเล่นเกมคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ เป็นประจำ					
22.	นักเรียนอ่านวารสารคณิตศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ					
23.	นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณในช่วงว่าง					
24.	นักเรียนศึกษาคณิตศาสตร์และค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่เสมอ					

	ความเห็นต่อประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์ในอนาคต					
25.	วิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต่อการสอบเพื่อศึกษาต่อ					
26.	วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน					
27.	วิชาคณิตศาสตร์ฝึกความรวดเร็วในการทำงานได้เป็นอย่างดี					
28.	วิชาคณิตศาสตร์ฝึกการทำงานอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอน					
29.	รูปแบบวิธีการสอนของครูผู้สอน					
	ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบActive Learning					
	29.1 กิจกรรมเกริ่นนำด้วยคำถามหรือเกมคณิตศาสตร์น่าสนใจ					
	29.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ปฏิบัติเป็นกลุ่มเหมาะสมกับเวลา					
	29.3 กิจกรรมที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองเหมาะสมกับเวลา					
	29.4 กิจกรรมการสรุปการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอหน้าชั้นเรียนเหมาะสม					
	29.5 เอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียน Focus น่าสนใจ					
	29.6 รูปแบบกิจกรรมการสอนแต่ละเนื้อหาที่เรียนแตกต่างกัน น่าสนใจ					
30.	29.7 ครูใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา					
31.	ครูใช้แหล่งการเรียนรู้ในชุมชนในวิชาคณิตศาสตร์					
32.	ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการดำรงชีวิตด้วยคณิตศาสตร์					
	ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					

ภาคผนวก ง



โรงเรียนเพลินพัฒนา

แบบเก็บคะแนนผลการเรียนรู้ ปีการศึกษา ๒๕๕๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ๗

ครูผู้สอน สุภาพร กฤตยากรนุพงศ์

เลขที่	เลข ประจำ ตัว	ชื่อ	ภาค ฉันทะ	ภาค วิริยะ	ภาค จิตตะ	ภาค วิมังสา	คะแนน ปลายปี	ผลการ เรียนรู้
			20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	100 คะแนน
1	00473	ค.ญ.อภาวดี อารีวัฒนสมบัติ	10.00	12.07	11.75	13.33	10.00	57.00
2	00474	ค.ญ. ประภาศรี บัวผาย	11.17	14.21	11.32	13.17	10.00	60.00
3	00475	ค.ช. ศุภณัฐ ไทยาภิรมย์	10.00	12.01	10.38	10.17	10.00	53.00
4	00476	ค.ช.ธีรวิษ วัฒนกิจรุ่งโรจน์	15.33	17.51	17.90	18.13	13.50	82.00
5	00477	ค.ญ. สลิลธร เอกภูธร	11.25	13.43	11.89	12.58	11.50	61.00
6	00478	ค.ญ. ฉิชา จุฬาลักษณ์านุกุล	11.58	14.25	15.82	14.33	10.00	66.00
7	00479	ค.ช. ธีรเมธ เป็รื่องเมธางกุล	16.58	18.40	17.00	18.92	11.00	82.00
8	00480	ค.ช. ชัตต์ วานิจจะกุล	16.33	17.44	18.01	15.58	17.50	85.00
9	00481	ค.ญ. มณฑุทัย จุฬาลักษณ์านุกุล	10.00	11.52	15.59	15.33	11.50	64.00
10	00482	ค.ช. ณ์ภูษั วังย์โอภาสี	14.05	14.32	12.15	14.33	12.50	67.00
11	00483	ค.ช. ภูมินทร์ ประชาณิมิตชัย	12.30	13.52	14.88	15.42	10.00	66.00
12	00484	ค.ช. กสิณ สุริย์พงษ์	15.08	16.40	14.96	15.42	16.50	78.00
13	00485	ค.ญ. แพรวา บุญเสนันท์	11.58	14.21	14.89	15.55	10.00	66.00
14	00486	ค.ญ. ศิรดา จันทรรุ่งจิวัฒน์	10.00	11.80	11.25	10.33	10.00	53.00
15	00487	ค.ช. ณ์ฐกรณ์ย อัครมิ่งมงคล	10.00	11.00	10.32	11.71	10.00	53.00
16	00488	ค.ญ. รัชชพร หยาง	13.71	16.99	14.02	16.67	10.00	71.00
17	00489	ค.ช. วศิน สิริปัญญากุล	16.33	17.24	17.64	18.08	17.00	86.00
18	00510	ค.ญ. ปราญชสี บุญสงเคราะห์	11.58	14.40	16.24	13.25	10.00	65.00
19	00602	ค.ญ. ชัญญา กังวานพรศิริ	18.42	18.43	19.29	18.58	15.50	90.00
20	00603	ค.ช. เจษฎา วิจิตรโท	13.67	13.01	13.72	12.00	10.00	62.00
21	00604	ค.ญ. สุพิชชา เลิศวิชชบูรณ์	10.13	11.74	11.75	10.58	10.00	54.00
22	00605	ค.ญ. วรินทร์ สติระศรีรินทร์	13.71	16.44	13.82	15.75	10.00	70.00
23	00606	ค.ช. ธนพล สันติวัฒนธรรม	16.83	18.11	17.32	18.05	11.00	81.00
24	00608	ค.ช. พิริยะ แก่นทอง	13.17	16.46	14.89	14.96	15.50	75.00



โรงเรียนเพลินพัฒนา

แบบเก็บคะแนนผลการเรียนรู้ ปีการศึกษา ๒๕๕๕

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ๕

ครูผู้สอน กนกพร คมกฤต, สุมนา แทนบุญช่วย

เลขที่	เลขประจำตัว	ชื่อ	ภาค ฉันทะ	ภาค วิริยะ	ภาค จิตตะ	ภาค วิมังสา	คะแนน ปลายปี	ผลการ เรียนรู้
			20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	20 คะแนน	100 คะแนน
1	00279	ค.ช. ศุภณัฐ ทองอยู่เรือน	17.34	18.53	16.96	18.25	16.00	87.00
2	00280	ค.ช. ธเนศพล สุขสาคร	13.27	11.14	10.38	13.96	10.00	59.00
3	00281	ค.ช. วสุท นาคราชอวยผล	18.53	19.82	18.88	18.03	11.67	87.00
4	00282	ค.ช. ศิลา จันทร์รุจิพัฒน์	13.01	12.80	10.88	12.90	10.00	60.00
5	00283	ค.ช. หิรัญ ภัทรวาณิชย์	13.29	14.40	11.25	12.65	10.00	62.00
6	00284	ค.ช. ศุภวิชญ์ บุญประกอบโชค	15.03	14.81	14.50	17.38	10.00	72.00
7	00285	ค.ญ. กมลลักษณ์ มานพสิทธิ์	11.34	14.61	14.75	15.70	10.00	66.00
8	00286	ค.ญ. วรณรัตน์ สำราญสุขรัตน์	14.68	13.81	14.26	16.23	10.00	69.00
9	00287	ค.ญ. นิชา พิมพ์ทอง	16.59	17.84	16.67	17.55	10.00	79.00
10	00288	ค.ช. ฉันทพัฒน์ ไคยฤทธิ์	14.63	13.08	14.92	15.35	10.00	68.00
11	00289	ค.ช. ณัฐพงษ์ พงศ์วัชร	10.67	11.74	10.00	13.03	10.00	55.00
12	00290	ค.ญ. ชนิตา อารีวัฒนสมบัติ	11.36	13.84	14.08	14.48	10.00	64.00
13	00291	ค.ญ. ศดานันท์ บรรหารสุกวาท	15.81	18.20	16.96	16.43	10.00	77.00
14	00292	ค.ช. สวรรค์ละ จิงเสถียรทรัพย์	17.66	18.87	19.79	17.10	11.33	85.00
15	00293	ค.ญ. จินต์จุฑา ลีละสุกสกุล	17.81	19.65	19.42	18.93	15.33	91.00
16	00294	ค.ช. ชยพล มหชาญชวลิต	10.91	12.56	12.88	14.95	10.00	61.00
17	00295	ค.ญ. ปิ่นชารีย์ ชะอุม	11.23	11.29	10.00	11.88	10.00	54.00
18	00296	ค.ญ. เมริษา ยอดมณฑาป	18.18	17.47	18.13	19.03	11.00	84.00
19	00297	ค.ญ. ทิพรดา ตากคำรงค์กุล	16.56	17.03	19.17	16.26	11.00	80.00
20	00298	ค.ญ. สุธามาศ ชยุดสาหกิจ	16.54	15.91	17.25	17.86	10.00	78.00
21	00299	ค.ญ. นริสา เขาวลัยชัย	17.41	18.84	18.46	19.33	13.67	88.00
22	00300	ค.ช. ก้องภพ พิทักษ์สินสุข	18.15	19.42	19.33	17.70	14.33	89.00
23	00610	ค.ช. นกธร สิทธิมณี	12.59	11.37	12.92	14.08	10.00	61.00
24	00611	ค.ช. ปวีร์ จุฬาลักษณ์านุกูล	16.71	14.66	12.71	15.01	10.00	69.00

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวสุภาพร กฤตยากรนุพงศ์
 ที่อยู่ 601/180 หมู่ 10 ถ.เพชรเกษม แขวงบางแค เขตบางแค
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10160

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2539 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- พ.ศ. 2547 ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา คณิตศาสตร์
 และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ. 2549 ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเพลินพัฒนา
- พ.ศ. 2548 อาจารย์สอนวิชาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม
- พ.ศ. 2546 ครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารสาสน์วิเทศบางบอน
- พ.ศ. 2542 อาจารย์สอนวิชาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสายประสิทธิ์พัฒนวิชาการ
- พ.ศ. 2540 โปรแกรมเมอร์ บ.ศิลป์ไพบูลย์